PREIS
DM 1.20

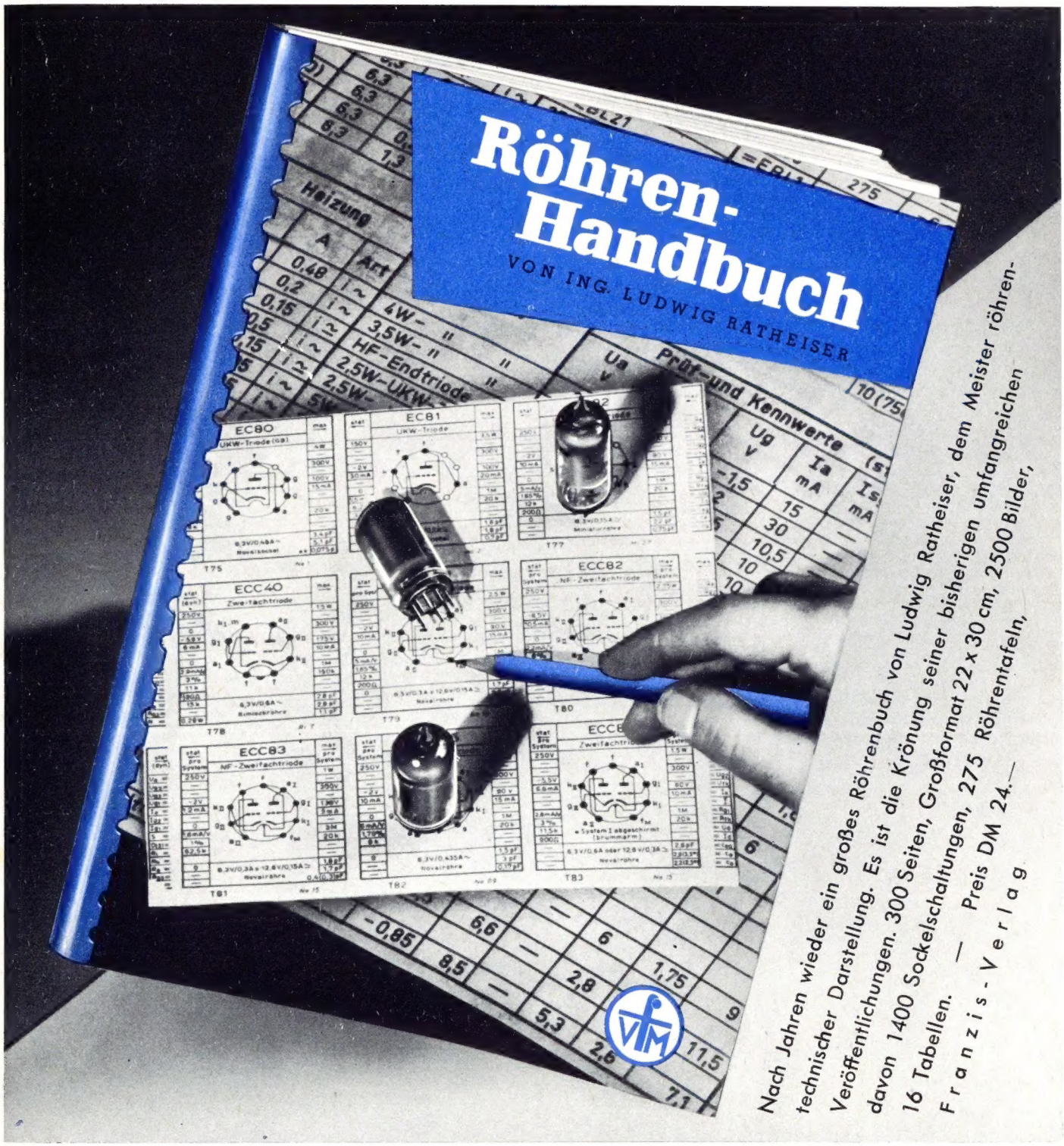
Postversandort München

Funkschau

INGENIEUR-AUSGABE

MIT FERNSEH-TECHNIK

FACHZEITSCHRIFT FÜR FUNKTECHNIKER · ERSCHEINT AM 5. UND 20. JEDEN MONATS



Nach Jahren wieder ein großes Röhrenbuch von Ludwig Ratheiser, dem Meister röhrentechnischer Darstellung. Es ist die Krönung seiner bisherigen umfangreichen Veröffentlichungen. 300 Seiten, Großformat 22 x 30 cm, 2500 Bilder, davon 1400 Sockelschaltungen, 275 Röhrentafeln, 16 Tabellen. — Preis DM 24.—
Franzis-Verlag

FRANZIS-VERLAG MÜNCHEN-BERLIN

27. JAHRGANG
1. SEPTEMBER-HEFT NR. 17 1955

Sicherheit in der Meßtechnik

ist alles. Unsere Bemühungen laufen stets darauf hinaus, Ihnen elektrische Meßinstrumente zu liefern, die allen, auch hochgestellten Belastungsansprüchen gewachsen sind.

Lassen Sie sich bitte von uns beraten.

WEIGAND

ERLANGEN B 1

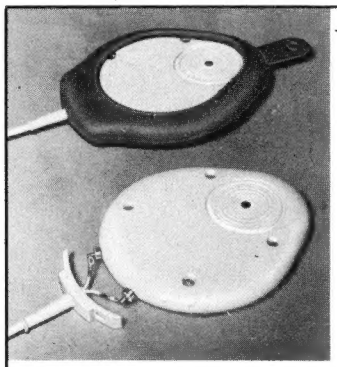
RADIO-HOLZINGER am Marienplatz in MÜNCHEN

Fordern Sie bitte Sonderprospekt an

Tonbandgeräte zum Selbstbau

Typ 55 C — Einbau-Chassis, komplette Teile **DM 360.-**

Typ 55 K — Reportergerät, kompl. Teile ohne Koffer **DM 398.-**



KL 52/3 regelb. o. Gummimansch.
KL 52/4 regelbar mit Gummimanschetten
KL 53/3 nicht regelbar ohne Gummimanschette
KL 53/4 nicht regelbar mit Gummimanschette

Werkstätten für Elektro-Akustik

Kristall-Kissensprecher — Kristall-Kopfhörer

WELAS

EIN QUALITÄTS-BEGRIFF

Für Krankenhäuser, Kinos, Kirchen, Schwerhörige u. für Stereophonie

KL 52/3 brutto ..... **DM 24.50**
KL 52/4 brutto ..... **DM 27.—**

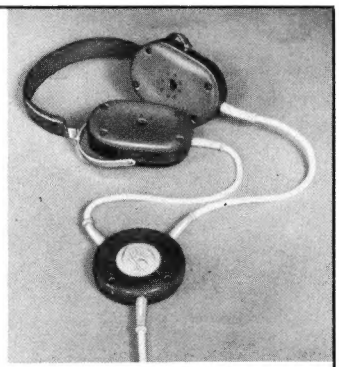
Regelbarer Kissensprecher mit dem neuen Anschraubstecker, erleichtert Behebung von Kabelbrüchen ohne Öffnen der Geräte

Normalpegel 2-3 V, Anpassung 7 kΩ
Frequenzbereich 50-15 000 Hz

KL 54/2 brutto ..... **DM 29.50**
KL 54/2 spez. brutto .... **DM 29.50**

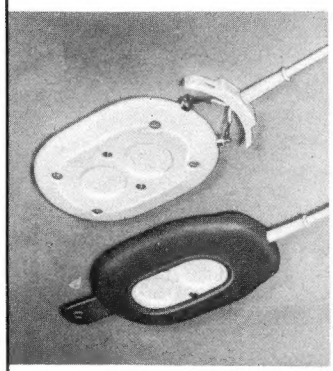
Regelbarer Kristall-Kopfhörer mit Regler 10 kΩ oder (spez.) 50 kΩ Qualitätshörer mit Weichgummimuschel

Normalpeg. 1 V, Anpassung 10/30 kΩ
Frequenzbereich 50-15 000 Hz



KL 54/2 mit Regler 10 kΩ
KL 54/2 spez. mit Regler 50 kΩ

KL 54/3 ohne Regler 2 polig
KL 54/4 ohne Regler 4 polig



KL 53/3 brutto ..... **DM 19.50**
KL 53/4 brutto ..... **DM 22.—**

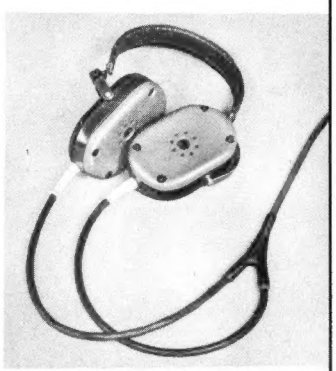
Nicht regelbar, abwaschbarer Kissensprecher mit dem neuen Anschraubstecker. Kabelersatz ohne Öffnen der Geräte!

Normalpegel 10 V, Anpassung 10 kΩ
Frequenzbereich 100-20 000 Hz

KL 54/3 brutto ..... **DM 29.50**
KL 54/4 brutto ..... **DM 30.50**

Nicht regelbarer Kristall-Kopfhörer, entweder 2 polig mit parallelgeschalt. Muscheln o. 4 pol. mit herausgeführt. Einzelmusch. f. Stereophonie-Zwecke

Normalpegel 1 V, Anpassung 50 kΩ
Frequenzbereich 50-15 000 Hz



WELAS, Werkstätten für Elektroakustik · W. Behringer, Ing.
STUTTGART OST · HACKSTRASSE 1 · TELEFON 40826

Achtung: Die bisherigen Kissensprecher-Typen KL 52/1-2 und KL 53/1-2 werden bis auf weiteres zum Sonderpreis von netto **DM 3.50** (ohne Manschette) und netto **DM 5.-** (mit Manschette) einschließlich neuem Kabel, jedoch ausschließlich eventueller sonstiger Schäden auf die neuen Modelle umgebaut! Umbau empfiehlt sich erst bei Schadenseintritt!

Funkschau
MIT FERNSEH-TECHNIK
27. JAHRGANG
1. September-Heft 1955 Nr. 17

Denkmaschinen

Zu keiner Zeit hat es an Versuchen gefehlt, Maschinen nicht nur als nützliche mechanische Einrichtungen zu konstruieren, sondern ihnen auch Eigenschaften von Lebewesen zu verleihen. Diese Neigung führte im Mittelalter zu den kunstvollen Spieluhrwerken an Kirchen und Rathäusern, bei denen zu bestimmten Stunden mechanische Menschen- und Tierfiguren sich in Bewegung setzten. In der Rokokozeit und später wurden Spieluhren und Automaten in zierlicheren Formen für Innenräume gebaut. Großes Aufsehen erregte beispielsweise eine Zeitlang ein „Schachspielautomat", der sich dann jedoch als Schwindel herausstellte. In dem durch ein kompliziertes Räderwerk getarntem Inneren befand sich ein zwergenhaft gewachsener meisterhafter Schachspieler, der jede Partie gewann. Im ganzen aber betrachtete man diese „Maschinen" als das, was sie sein sollten, nämlich als unterhaltende Spielzeuge.

Für eine wirkliche Maschine gilt, daß sie den Menschen von einem Teil seiner Arbeit befreien soll, und dies tut eine Spieluhr sicher nicht. Während nun die traditionellen Maschinen dazu dienen, um Energie zu erzeugen und mechanische Arbeiten zu leisten, ermöglicht die neuzeitliche Nachrichtentechnik „Maschinen", die ebenfalls den Menschen von bestimmten Arbeiten befreien. Sie erleichtern nämlich die Übermittlung von Nachrichten, eine Arbeit, die früher nur durch menschliche Tätigkeit (Boten) erfolgen konnte. Andere Maschinen, nämlich die mechanischen und elektronischen Rechenmaschinen, erleichtern sogar die geistige Arbeit. Gerade an diese elektronischen Maschinen, die wegen ihres Aufbaues und ihrer Geschwindigkeit sowiel Geheimnisvolles an sich haben (obgleich doch nach einer alten Redensart Geschwindigkeit keine Hexerei ist), beginnen sich Vorstellungen zu knüpfen, die dem sachlichen, nüchternen Wesen der Nachrichtentechnik zuwiderlaufen.

Kürzlich erschien nun in einer ausgezeichneten deutschen Übersetzung ein Buch „Denkmaschinen" von dem Franzosen Louis Couffignal[1]), dem Direktor des Laboratoriums für mechanisches Rechnen im Blaise-Pascal-Institut in Paris. Es befaßt sich im ersten Teil anschaulich, ohne allen großen mathematischen Aufwand, mit Rechenmaschinen, beginnend bei den rein mechanischen Räderzählwerken von Pascal (1652) bis zur modernen Buchungsmaschine und zum elektronischen Rechenautomaten. Die Umwälzung der neuen Technik beruht nämlich nicht auf Atombomben sowie Flugzeugen und Raketen hoher Geschwindigkeit, denn dies sind eigentlich noch Maschinen des klassischen Prinzips, die nur mit Energieumwandlungen arbeiten. Dagegen greifen elektronische Rechenmaschinen in geistige Vorgänge ein, sie können wie ein Mensch aus mehreren Gegebenheiten Schlüsse ziehen, wenn auch nur in technischer Nachahmung. Wenn man dabei von „elektronischem Gedächtnis" spricht, so heißt dies nur, daß auf Lochkarten oder Magnetbändern fixierte Werte aufgespeichert und verglichen werden können. Elektronische Rechenmaschinen sind keine Gehirne, sie arbeiten nur wie Gehirne.

Im zweiten Teil des gleichen Buches werden als Ergänzung dazu die Funktion des menschlichen Nervensystems und das Problem des menschlichen Denkens behandelt. Dabei werden Theorien aus der Logik, Philosophie und Psychologie zu Hilfe genommen. Mit großer Vorsicht wird dabei versucht, den Denkprozeß als Analogie zu den Vorgängen in den elektronischen Rechenmaschinen darzustellen. Als Vergleich für bestimmte Nervenfunktionen führt der Verfasser sogar die Arbeitsweise von Transistoren an. Er schließt sein Buch mit Vorschlägen, in welchen Richtungen weiterzuforschen wäre, um noch besser den Mechanismus der Nerven und des Gehirns zu erkennen.

An anderen Stellen versucht man praktisch, durch elektronische Modelle das Verhalten künstlicher „Lebewesen" zu studieren. So schildert Dr. Heinz Zemanek im eben erschienenen Heft 9 des RADIO-MAGAZIN Versuche mit einer künstlichen Schildkröte. Dies ist ein kleines, durch Batterien angetriebenes Fahrzeug, das mit Hilfe eines Mikrofons, einer Fotozelle und eines Berührungskontaktes auf Schall, Licht und Druck reagiert. Das Maschinchen läuft selbsttätig flink umher, weicht vor Hindernissen aus, strebt dem Licht zu, meidet aber die Blendung und lernt bestimmte Widerstände auf seinem Weg nach einigen Zusammenstößen zu umgehen. So ist aus Bauelementen der Nachrichtentechnik ein kompliziertes Geschöpf entstanden, das eigene Entscheidungen trifft, also denkt

Das mag wie ein Triumph der Wissenschaft klingen, aber Dr. Zemanek sagt selbst, daß in Wirklichkeit dieser Gedanke die engen Grenzen zeigt, die der Naturwissenschaft gesetzt sind. Man braucht nur zu wissen, daß das menschliche Gehirn statt der elf Relais des Nervensystems der künstlichen Schildkröte an 10^{10} Schaltzellen besitzt, die zusammen übrigens nur 25 Watt Leistung verbrauchen. — Um deshalb der künstlichen Schildkröte das Unheimliche zu nehmen und zu zeigen, daß es sich hierbei um eine sachliche technische Konstruktion handelt, erhielt sie eine Haube aus Plexiglas, unter der man den Aufbau sehen und das Arbeiten der Relais beobachten kann.

So stecken also die Wissenschaftler selbst ganz nüchtern die Grenzen ihrer Versuche ab. Für den Elektronik-Ingenieur ist der Gedanke bestechend, daß seine Technik zur Deutung und Klärung biologischer Probleme beitragen könnte. Man muß jedoch festhalten, daß diese Versuche nur auf einer höheren Ebene wieder an die Tradition der am Anfang erwähnten Spieluhren und Automaten anknüpfen. Keine von Menschen ersonnene Maschine wird jeweils die schöpferischen Fähigkeiten des menschlichen Geistes selbst erreichen können, und deshalb kann man getrost allen Sensationsnachrichten entgegentreten, die in den „Denkmaschinen" eine Gefahr für das menschliche Leben sehen wollen.

Ing. O. Limann

[1]) 186 Seiten, 18 Bilder und 5 Tafeln; Preis: Leinen 10.80 DM. Gustav Klipper Verlag, Stuttgart-O.

Aus dem Inhalt:

Das Neueste aus Radio- und Fernsehtechnik:
Ein fahrbarer Fernsehsender 370
Groß-Senderanlage für die Deutsche Welle 371
Hf-Drosseln mit Ferroxcube-Perlen 371
Aus den Jugendjahren des dynamischen Lautsprechers 373
Schwingquarze als elektrische „Unruhe" 375
Dynamikregelung mit gesteuerten Gleichrichterstrecken 376
Siemens-Kammermusikkombination 379
Wicklungen tränken oder nicht? 380
Funktechnische Fachliteratur 380
Aus der Welt des Funkamateurs:
8-Element-Richtantenne 381
Transistortechnik — stark vereinfacht (III)
Eine FUNKSCHAU-Bauanleitung für einen einfachen Transistorempfänger .. 383
Für den jungen Funktechniker:
16. Leistung und Arbeit 386
Feinstpunktschweißmaschinen 387
Vorschläge für die Werkstattpraxis:
Bruchsichere UKW-Bandkabel 388
Die Fensterscheibe als Isolierdurchführung 388
Klimafeste Kondensatoren 389

Die INGENIEUR-AUSGABE enthält außerdem:

Funktechnische Arbeitsblätter

Mth 86 Buschbeck-Kreisdiagramm Blatt 1 bis 3

SK 03 Frequenzänderung absolut und prozentual Blatt 1

Unser Titelbild: Soeben erschien das große Röhren-Handbuch von Ingenieur Ludwig Ratheiser, mit seinen 2500 Bildern, darunter zahllosen Kurvenscharen und Schaltungen, seinen Tabellen, Daten, technischen Erläuterungen ein echtes Praktiker- und Techniker-Werk. Es war das Tagesgespräch auf der Funkausstellung bei allen, die den Franzis-Stand besuchten.

DAS NEUESTE aus Radio- und Fernsehtechnik

Ein fahrbarer Fernsehsender

Einige Mikrofone und Verstärker und eine Leitung zum nächsten Fernamt der Bundespost genügen heute, um aktuelle Ereignisse durch Hör-Rundfunk zu übertragen. Viel schwieriger dagegen ist es beim Fernsehen. Mit einer Kamera allein ist es nicht getan. Sie muß auch die erforderlichen Ablenkspannungen erhalten, d. h. ein vollständiger Taktgeber ist am Aufnahmeort notwendig. Das 5 MHz breite Video-Spektrum kann aber auch nicht über beliebig lange Kabel geleitet werden. Außerdem stehen der Post noch keine Fernsehkabel zur Verfügung. Die Sendung muß also über eine Richtfunkstrecke zum Sender gebracht werden. Das bedeutet, daß ein Dezi-Sender mit Richtantenne am Übertragungsort vorhanden sein muß. Eine Kamera allein würde aber eine ziemlich langweilige Sendung ergeben. Mehrere Kameras an verschiedenen Standpunkten sind deshalb notwendig. Dazu gehören dann wieder die entsprechenden Kamera-Kontrollgeräte und ein Regiepult, um jeweils das packendste Bild auswählen und auf den Sender geben zu können.

So kommt es, daß zu einer Fernseh-Außenübertragung eine vollständige technische Studioeinrichtung und eine regelrechte Richtfunk-Sendestation erforderlich sind, die zweckmäßig in einem Fernseh-Übertragungswagen (Ü-Wagen) zusammengefaßt werden. Vom Ü-Wagen werden Ton und Bild dem eigentlichen Fernsehstudio zugestrahlt, dort auf den richtigen Pegel gebracht und dann erst auf den Sender bzw. die Fernseh-Sammelschiene gegeben.

Der Bayerische Rundfunk gab kürzlich Gelegenheit, einen solchen, nach dem neuesten Stand der Technik gebauten Ü-Wagen **(Bild 1)** kennenzulernen. Außer den bereits erwähnten Einrichtungen benötigt man in einem solchen Wagen einen weiteren Übertragungsweg für den zum Bild gehörenden Ton und ferner für Regiezwecke eine interne Sprechverbindung zum Funkhaus. Daraus ergibt sich nach **Bild 2** eine Ausstattung mit vier Kameras (1), Bild-Mischpult (2), Fernseh-Richtfunksender mit Parabolstrahler (3), Mikrofonen (4), Ton-Mischpult (5), Tonsender (6) und Gegensprech-Funkanlage (7).

Zur Ton-Übertragung dient ein UKW-Sender mit einer Dipol-Richtantenne. Die UKW-Gegensprechanlage arbeitet mit zwei vertikal-polarisierten Stabantennen. Eine weitere normale Fernsehantenne nimmt das vom Hauptsender ausgestrahlte Bild nochmals zur Kontrolle auf.

Der Wagen besitzt ein 3,5-Tonnen-Fahrgestell von Daimler-Benz. Die Karosserie wurde nach Angaben der Firma Pye, Cambridge, unter Berücksichtigung der Wünsche des Bayerischen Rundfunks in England gebaut. Der Wagen ist 8,9 m lang, 2,5 m breit und einschließlich Geländer 3,1 m hoch.

Bild 1. Fernseh-Übertragungswagen des Bayerischen Rundfunks. Auf dem Dach befinden sich der Dipol-Richtstrahler für die Tonübertragung, zwei Vertikal-Stabantennen für eine Funksprechanlage und eine weitere Dipol-Antenne zum Empfang des Kontrollbildes

Das Innere gliedert sich in das Fahrerhaus mit dem 90-PS-Dieselmotor, in den dahinter liegenden Reparatur- und Meßraum mit einer aufschiebbaren Dachluke und in den Technik- und Regieraum **(Bild 3)**. Dieser Raum wird vom Reparatur- und Meßraum durch eine Gestellfront getrennt, die durch die Netz- und Kamera-Kontrollgeräte eines Taktgebers und eines Bildempfängers gebildet wird. An der Vorderseite der Gestellfront im Regieraum liegen die Kontroll- und Regelorgane für die Einstellung der von den Kameras gelieferten Bilder. Hinter den Plätzen für die Bildtechniker befindet sich etwas erhöht der Regietisch, von dessen Mitte der Regisseur die Kamera-Kontrollbilder beobachten kann. Rechts neben dem Regisseur ist das Mischpult mit der Gegensprecheinrichtung angeordnet. Links vom Regisseur sitzt der Toningenieur. Hinter ihm steht eine Tonbandmaschine, die er gleichzeitig bedienen kann, um Toneinblendungen vom Band aus vorzunehmen.

Der Wagen enthält außerdem an der rückwärtigen Wand einen automatischen Spannungsregler, eine Ersatzkamera, einen zweiten Taktgeber, die Gegensprechanlage (Sender und Empfänger) und den Tonsender. Damit ist auf wenigen Quadratmetern eine vollständige Fernsehsendeanlage untergebracht.

Im vollen Betrieb erzeugen die Geräte eine Wärme, entsprechend einer Leistung von 4 kW. Diese Wärmemenge wird durch kräftige Entlüfter ins Freie befördert. Ein im Wagen eingebauter Kompressor, der ähnlich wie ein Kühlschrankkompressor arbeitet, temperiert außerdem die Luft. Für den Winter ist eine elektrische Heizung während des Betriebes und eine Ölheizung während der Fahrt vorgesehen, um die Geräte vorzuwärmen.

Auf dem Dach des Wagens sind vier umlegbare Masten mit Antennen für den Tonübertragungssender, die Gegensprechanlage und den Kontrollempfänger montiert (Bild 1). Der Parabolspiegel für die Bildübertragung kann an geeigneter Stelle außerhalb des Wagens aufgestellt und zu einer Empfangsantenne auf dem Gelände des Fernsehstudios in München-Freimann ausgerichtet werden. Der Ü-Wagen ist in einem Umkreis von etwa 30 km um das Studio in Freimann direkt einzusetzen. Für weitere Entfernungen müssen Relaisstationen zwischengeschaltet werden, die jedoch dann von der Bundespost zu errichten sind.

Die Ergänzung zum Ü-Wagen bildet der Rüstwagen, der auf einem Daimler-Benz-Fahrgestell der gleichen Bauart und Motorenleistung aufgebaut ist. Dessen Führerhaus hat sieben Sitzplätze zur Mitnahme des Bautrupps. Der große Laderaum dient zur Aufnahme von Kamera-, Mikrofon- und Stromkabeln sowie Gerüsten, Leitern, Scheinwerfern, Fahrstativen usw.

Dieser neue Übertragungswagen wird für Industrie- und Theaterreportagen, Kundgebungen, Sportveranstaltungen usw. eingesetzt, und er wird damit die Produktionsmöglichkeiten des Bayerischen Fernsehens wesentlich erweitern.

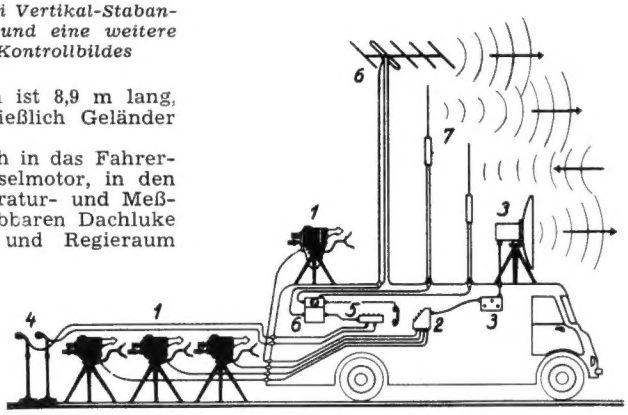


Bild 2. Schema einer Fernseh-Außenübertragung. 1 = Kameras, 2 = Bildmischpult, 3 = Fernseh-Richtfunksender mit Parabol-Strahler, 4 = Mikrofon, 5 = Tonmischpult, 6 = Tonsender, 7 = Gegensprechanlage (Sender und Empfänger)

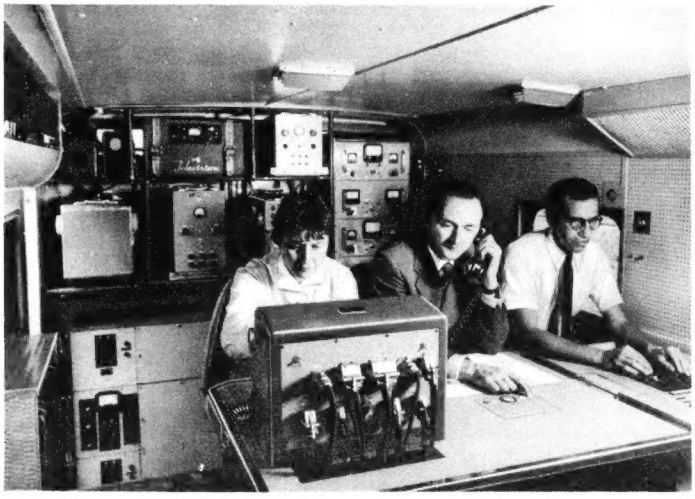


Bild 3. Ziemlich eng ist es schon im Regieraum eines Ü-Wagens. Eng nebeneinander sitzen Ton-Ingenieur, Regisseur und Bildassistentin

DAS NEUESTE

Groß-Senderanlage für die Deutsche Welle

Bald wird die Deutsche Welle mit verstärkter Stimme im Äther zu hören sein. Über die Einrichtung des Stationshauses und über die Antennenanlage berichtet der nachstehende Aufsatz.

Am 3. Mai 1953 gab zum erstenmal ein rotes Licht das Mikrofon für die Stationsansage der Deutschen Welle frei und damit das Startzeichen für den Kurzwellendienst der Rundfunkanstalten der Bundesrepublik Deutschlands. Zum ersten Male nach zehnjähriger Pause strahlte ein Sender als Stimme der Heimat für deutsche Hörer ein Programm nach Übersee. Dieser Kurzwellendienst begann mit einem 20-kW-Sender und mit provisorischen Richtantennen, nachdem Versuchssendungen gezeigt hatten, mit welchen Empfangsverhältnissen ein deutscher Überseedienst zu rechnen hat.

Abgesehen davon, daß der Start der „Deutschen Welle" zeitlich mit dem Sonnenfleckenminimum zusammenfiel und dadurch die ungünstigsten Übertragungsverhältnisse vorlagen, waren es auch die 20 kW, die sich gegen die sehr zahlreichen und stärkeren Kurzwellenstationen nicht immer durchsetzen konnten. Ende des Jahres 1953 kam ein weiterer 20-kW-Sender dazu, so daß es möglich wurde, das Programm der Deutschen Welle in fünf Richtungen (Fernost, Nahost, Afrika, Süd- und Nordamerika) mit zwei verschiedenen Frequenzen gleichzeitig auszustrahlen.

Trotz der verschiedenen Verbesserungen an den Antennenanlagen war man sich darüber im klaren, daß die Sendeleistung möglichst bald auf 100 kW erhöht werden müßte, um einen guten und gleichmäßigen Überseeempfang zu allen Jahreszeiten zu ermöglichen. Da die Anlagen des Senders in Osterloog praktisch nur als ein Provisorium galten und die Verhältnisse hier keine Erweiterung zuließen, begann die Planung einer neuen Großstation für die Deutsche Welle. Nach vielen Untersuchungen und Überlegungen fand sich ein Gebiet in der Nähe von Jülich, auf dem am 2. Juli dieses Jahres der Grundstein dieser neuen Station gelegt wurde, die vom NWDR gebaut wird. Nach ihrer Fertigstellung im Frühjahr 1956 stehen zwei Sender mit je 100 kW und ein Sender mit 20 kW zur Verfügung. Die bisherigen fünf Richtungen werden beibehalten, und zwar sind die Antennen so ausgelegt, daß sich Hauptstrahlrichtungen nach Nordamerika (295°) mit Gegenrichtung Nahost (115°), nach Südamerika (240—10°) mit Gegenrichtung Fernost (60 + 10°) und nach Afrika (160°) ergeben **(Bild 1)**. In einer späteren Ausbaustufe soll eine Antennenwand nach Zentral-Amerika (270°) mit Gegenrichtung nach Indien (90°) einbezogen werden. In jede Richtung wird ein dreistündiges Programm ausgestrahlt, und zwar unter Berücksichtigung der Ortszeitunterschiede so, daß das Programm in den Abendstunden gehört werden kann. Jede Richtung wird gleichzeitig mit drei verschiedenen Frequenzen beschickt, um örtlich verschiedene oder wechselnde Bedingungen auszugleichen, bzw. um den Hörern die Möglichkeit zu geben, sich auf die örtlich beste Frequenz einzustellen.

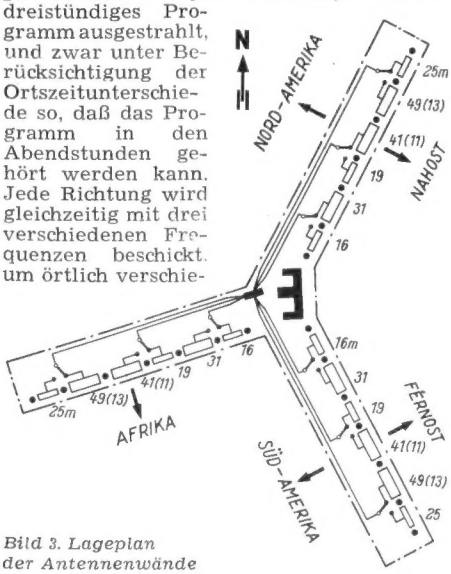


Bild 3. Lageplan der Antennenwände

Den Mittelpunkt des Projektes in Jülich bildet das Sendegebäude mit Senderhalle, einem Zwischenbau und Bürotrakt **(Bild 2)**, dem Gebäude für Stromversorgung und Heizung und dem Antennen-Schalthaus. Jeder Sender wird als geschlossene Einheit mit Nebengeräten und Lüftungszelle eingebaut. Dem Sender gegenüber liegt der Überwachungsraum, der Sender- und Postkabeleingang, Meßfelder, Antennenschaltfeld, Steuerstufen und Frequenzmeßgeräte enthält. Der Platz wurde so gewählt, daß insgesamt Geräte für neun Sender untergebracht werden können.

Die geplante Antennenanlage besitzt Sternform **(Bild 3)**, im Zentrum steht das Antennenschalthaus. Die Türme werden im Rohrgitterfachwerk aufgebaut, sie sind bei gleicher Lastenannahme wesentlich leichter und billiger als abgespannte Masten oder Profilgittertürme. Gleichzeitig bedeutet das niedrigere Gewicht kleinere Fundamente. Über die Antennenwand-Umschalter wird die Ausgangsspannung der drei Sender von dem zentralliegenden Antennenschalthaus den gewünschten Antennen zugeschaltet.

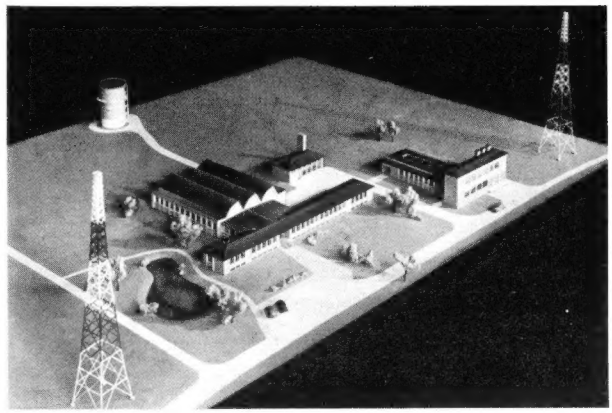


Bild 2. Modell der Groß-Senderanlage „Deutsche Welle"

Die Antennen werden als Vorhang- oder Tannenbaum-Antennen ausgeführt. Um die Höhe der Türme klein zu halten, sind für das 41- und 49-Meter-Band nur drei Dipolreihen übereinander vorgesehen, während die Antennen für die kürzeren Wellenlängen mit vier Dipolreihen übereinander ausgelegt wurden. Durch diese Maßnahmen konnte die größte Turmhöhe auf 90 Meter beschränkt werden. Für die Festlegung der horizontalen und vertikalen Strahlungsdiagramme standen außer den früheren deutschen Erfahrungen wertvolle Unterlagen des Institutes für Ionosphärenforschung der Max-Planck-Gesellschaft, des FTZ und Überlegungen ausländischer Rundfunkanstalten, vor allem der BBC zur Verfügung. In der Horizontalen wurde zur Erzielung einer Flächenversorgung ein Winkel von 30° festgelegt, der die Aufhängung zweier Ganzwellen-Dipole nebeneinander erfordert. Durch unsymmetrische Speisung dieser beiden Ganzwellendipole läßt sich die horizontale Strahlrichtung um ± 10° aus der Null-Achse schwenken. Von dieser Möglichkeit wird für die Richtung Fernost mit Gegenrichtung Südamerika Gebrauch gemacht werden, um die für die Versorgung wichtigsten Gebiete mit einer einzigen Antennenwand zu erfassen.

Die Stromversorgung der Senderanlagen erfolgt über ein Kabel, das von einer 35-kV-Schaltstation in Jülich abzweigt.

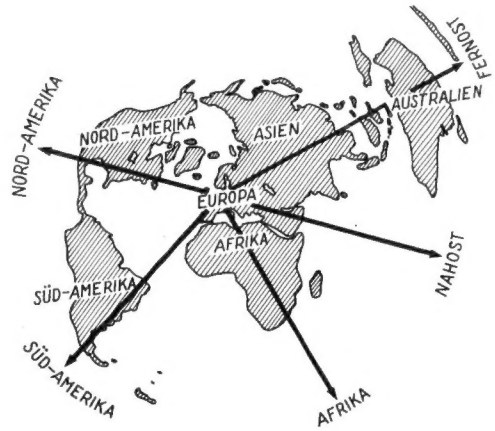


Bild 1. Hauptstrahlrichtungen der Groß-Senderanlage „Deutsche Welle"

Dieser Anschluß gestattet eine wirtschaftliche Übertragung von Leistungen bis zu 3 MVA für einen etwaigen weiteren Ausbau der Sendestation. Bei Ausfall kann auf eine Ersatz-Stromversorgung über Diesel-Generatoren zurückgegriffen werden, die nach den Erfahrungen des NWDR statt des üblichen großen Aggregates als Einzelaggregate aufgebaut werden und in weniger als zehn Sekunden die nötige Ersatzspannung liefern.

Die Arbeiten auf der Baustelle gehen zügig voran, und wenn im Frühjahr 1956 die Großstation für das Programm der deutschen Welle in Betrieb genommen wird, werden die Hörer in Übersee sicherlich mit Freude eine wesentliche Verbesserung feststellen. Kri-

Hf-Drosseln mit Ferroxcube-Perlen

In Hochfrequenz-Geräten besteht immer die Gefahr, daß die Stromversorgungsleitungen unerwünschte Kopplung zwischen Ausgang und Eingang oder zwischen den einzelnen Stufen bewirken. Diese Gefahr ist um so größer, je höher die verarbeitete Frequenz ist. Infolgedessen verwendet man insbesondere bei UKW-FM- und Fernsehempfängern Drosseln und Kondensatoren als Hf-Sperren in den Heizleitungen. Konstruktiv verfährt man so, daß der Heizleitungsdraht an den erforderlichen Stellen um einen Dorn zur Spirale gewunden wird.

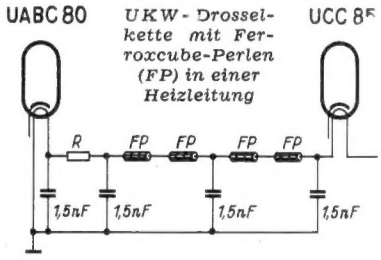
Eine ebenso einfache wie interessante neue Lösung des gleichen Problems bietet Philips in der Form von Ferroxcube-Perlen an. Es handelt sich dabei um kleine Röllchen aus Ferroxcube, die 3 mm lang sind, einen Durchmesser von 3,5 mm besitzen und eine Bohrung von 1,2 mm Durchmesser aufweisen. Sie werden an Stelle einer Drossel über die betreffende Leitung geschoben und bewirken infolge der hohen Permeabilität des Ferroxcube eine solche Erhöhung der Induktivität des geraden Leiters, daß er für Frequenzen oberhalb etwa 500 kHz als Drossel wirkt. In Verbindung mit Kondensatoren kann hinreichende Entkopplung zwischen den Stufen eines UKW-FM-Supers oder zwischen Netzteil und Empfänger erzielt werden. Als Beispiel für den ersteren Fall zeigt das beigefügte **Bild** einen Teil des Heizkreises eines Allstrom-UKW-FM-Empfängers. An den vier mit FP bezeich-

DAS NEUESTE

Hf-Drosseln mit Ferroxcube-Perlen

(Fortsetzung)

neten Stellen sind je drei Ferroxcube-Perlen auf die Leitung aufgefädelt; außerdem ist noch ein Widerstand R in die Leitung eingefügt, dessen Wert selbstverständlich bei der Berechnung des Gesamtwiderstandes des Heizkreises berücksichtigt werden muß. In Verbindung mit den vier eingezeichneten Kondensatoren von je 1500 pF ergibt sich vollständige Entkopplung zwischen Vorröhre und selbstschwingender Mischröhre (UCC 85) und



der Demodulator- und Nf-Spannungsverstärkerröhre (UABC 80).

Die Verwendung von Ferroxcube-Perlen an Stelle von Spiralen zur Erhöhung der Induktivität von Leitungen an bestimmten Stellen hat den fabrikatorischen Vorteil, daß es einfacher ist, einige Perlen auf die Leitung zu fädeln, statt den Draht mit mehreren Windungen auf einen Dorn zu ziehen. -dy

(Nach Philips „Matronics", 1955/5, S. 104: „Ferroxcube Screening Beads".)

Rundfunk- und Fernsehteilnehmer am 1. August 1955

A) Rundfunkteilnehmer		
Bundesrepublik . .	12 284 434	(+ 4 387)
Westberlin	764 505	(+ 212)
zusammen	13 048 939	(+ 4 599)
B) Fernsehteilnehmer		
Bundesrepublik . .	169 204	(+ 14 024)
Westberlin	7 443	(+ 563)
zusammen	176 683	(+ 14 587)

Die Reihenfolge der Oberpostdirektionsbezirke mit den meisten Fernsehteilnehmern ist: Düsseldorf (32 673 Teilnehmer), Köln (20 122), Frankfurt a. M. (18 102), Dortmund (17 568), Münster (12 993), Hamburg (12 262).

Günstige Aussichten der amerikanischen Radioindustrie

Nachdem das erste Halbjahr 1955 der US Radioindustrie gute Umsätze brachte, erwartet der Fabrikantenverband (RETMA) für das Kalenderjahr 1955 folgende Produktionszahlen:

Rundfunkempfänger: 12,5 bis 13 Millionen (darunter etwa 5 Millionen Autosuper).

Fernsehgeräte: 7 bis 7,3 Millionen Schwarz/Weiß-Empfänger.

Die voraussichtlichen Verkäufe von Farbfernsehempfängern werden für 1955 auf nur 35 000 und für 1956 vielleicht auf 300 000 geschätzt.

Cinerama mit einem Projektionsgerät

Das Breitwandfilmsystem „Cinerama" (nicht zu verwechseln mit CinemaScope) benötigte bisher für seine 25 m breiten, auf ein Halbrund projezierten Bilder drei synchron laufende Projektoren, wobei die Stoßstellen auf der Projektionsfläche manchmal störend bemerkbar waren. Nunmehr hat Philips mit der American Optical Company im Auftrag des Erfinders Michael Todd den Spezialprojektor DP 70 entwickelt. Er projiziert einen 70 mm breiten Fim (mit sechs Magnettonspuren) auf die Halbrundwand, kann aber mit wenigen Handgriffen auf alle anderen Filmverfahren umgestellt werden.

Super-Klystron

Die amerikanische Firma Sperry hat zusammen mit der US-Luftwaffe für Super-Radargeräte ein 244 cm hohes Klystron mit einer Impulsleistung von 1 Million Watt = 1 Megawatt entwickelt.

Neuer Bänddhen-Lautsprecher

Kelly Acoustics in England hat das Prinzip des Bändchenlautsprechers wieder erweckt. Durch die Verwendung moderner magnetischer Materialien konnte eine magnetische Feldstärke im Spalt von 10 000 Gauß erzielt werden. Das schwingende Bändchen selbst wiegt nur 8 Milligramm; ein Spezialtransformator erlaubt eine Anpassung an 15 Ohm. Der Frequenzbereich wird mit 3 bis 20 kHz angegeben. Das neue Chassis ist also als Hochtonlautsprecher brauchbar.

Philips baute in Berlin

Berlin kommt wieder! Jüngster Beweis ist der Neubau der Philips-Apparatefabrik. Nach zehn wechselvollen Jahren kann Direktor Maximilian Scheerbarth seinen Mitarbeitern helle, freundliche Arbeitsräume und genügend Platz für die Fertigung bieten. Wo man 1946 mit 55 Personen begann, wirken heute 500. Beim Einzug in die unweit des Ullsteinhauses in Berlin-Tempelhof gelegenen Fertigungshallen und Gebäude werden es 650 Mitarbeiter sein und ihre Zahl wird bis etwa 800 anwachsen.

Phonogeräte (Plattenspieler, Plattenwechsler), Magnetton- und Haushaltgeräte (Ventilator) werden in den mit 2500 Philips-Leuchtstofflampen taghell beleuchteten Bauten Ende September / Anfang Oktober in die Fabrikation gehen. Trotz der bisherigen Beengung im Raum konnte Ende Juni 1955 das 500 000ste in der Apparatefabrik Berlin gefertigte Phonogerät ausgeliefert werden. Gleichzeitig wurden der 100 000ste Zehnplattenspieler des Typs AG 1003 und der 100 000ste Plattenspieler des Typs AG 2004 vom Band genommen.

Der in Rekordzeit erbauten Fabrik gaben der Hausherr Scheerbarth, Graf v. Westarp, Senator Hertz und andere Sprecher die herzlichsten Wünsche mit auf den Weg. Auf dem 23 000 qm großen Gelände werden 10 500 qm Raum bebaut. Weitere 22 000 qm sind hinzugekauft worden. Zu diesen 45 000 qm können abermals rund 50 000 qm hinzukommen, da Philips hierfür das Vorkaufsrecht erwarb.

Die Schallplatte schafft Arbeit

Die Schallplattenfabrik der Teldec in Nortorf/Holst. hat ihren Erweiterungsbau fertiggestellt und in Betrieb genommen. Dadurch wurde Raum für weitere Arbeitsplätze und eine Erhöhung ihrer Fertigung geschaffen. Da in dem Gebiet zwischen Neumünster und Rendsburg noch immer zahlreiche Vertriebene leben, bedeutet das eine erhebliche Entlastung für den dortigen Arbeitsmarkt. Bereits jetzt sind 60 % der im Teldec-Werk Beschäftigten Heimatvertriebene.

Tonanlage für Marokko

Casablanca, Marokkos Unruheherd, hat auch für friedliche Aufgaben Zeit. Ein neues, großes Stadion steht nahe vor der Fertigstellung. Zur Zeit wird eine moderne Tonanlage von Telefunken eingerichtet, nach dem gleichen Muster wie in den großen Stadien in Hannover, Stuttgart und Frankfurt a. M. Während das Feld und der Zuschauerring zentral beschallt werden, sind die Vorplätze und Nebenräume mit Tonsäulen bzw. Einzellautsprechern ausgestattet.

Normenblatt über Antennen-Installation

Ein neues verbindliches Normenblatt DIN 18 015 über die Ausführung elektrischer Anlagen im Wohnungsbau, enthält neben den Richtlinien für die Planung und Ausführung von Starkstromanlagen, Fernsprech- und Klingelanlagen zum ersten Mal auch Angaben über die Installation von Rundfunk-Antennen, insbesondere über die Verlegung von Gemeinschaftsantennenanlagen.

Joseph Czech — 25 Jahre bei Philips

Eine starke Neigung zur Hochfrequenztechnik führte Joseph Czech, Leiter des Applikationslabors für industrielle Technik, vor 25 Jahren in den Dienst der Firma Philips. Er übernahm dort zunächst die Stelle für Spezialröhren, Bauteile und Elektronische Meßgeräte. Später wurde ihm die technisch-kommerzielle Leitung der gesamten Vertriebsabteilung für Spezialröhren und elektronische Meßgeräte übertragen. Seit Januar 1955 leitet er das Applikationslabor für industrielle Technik bei der Elektro Spezial GmbH in Hamburg.

Der Jubilar, der am 8. Oktober d. J. 50 Jahre alt wird,, hat in Fachkreisen durch zahlreiche Vorträge, Veröffentlichungen und durch sein Buch „Der Elektronenstrahl-Oszillograf" auf dem Gebiete der elektronischen Meßtechnik einen guten Namen.

Die **Taxliste** erschien soeben in der **3. Ausgabe 1955/56**

Rechtzeitig zur neuen Saison gelangen die Radiohändler in den Besitz der neuen **Bewertungsliste für gebrauchte Rundfunkgeräte,** die diesmal die Taxwerte für die Geräte der Baujahre 1948/49 bis 1953/54 enthält.

Die Gliederung und die Methode der Taxwert-Errechnung haben sich bewährt und wurden daher beibehalten. In Zusammenarbeit mit der Empfängerindustrie konnten die Tabellen der Empfänger nochmals ergänzt und einige Lücken geschlossen werden. Die Taxliste wurde bearbeitet von Heinrich Döpke, Karl Tetzner und Herward Wisbar und erscheint in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Radio- und Fernseh-Fachverband e.V.

Bitte bestellen Sie sofort: **Taxliste 3. Ausgabe 1955/56,** 34 Seiten stark, **Preis 3.30 DM** portofrei.

Franzis-Verlag München 2 · Luisenstraße 17 · Postscheckkonto München 5758

FUNKSCHAU
Zeitschrift für Funktechniker

Herausgegeben vom
FRANZIS-VERLAG MÜNCHEN

Verlag der G. Franz'schen Buchdruckerei G. Emil Mayer
Verlagsleitung: Erich Schwandt
Redaktion: Otto Limann, Karl Tetzner und Fritz Kühne
Anzeigenleiter u. stellvertretender Verlagsleiter: Paul Walde

Erscheint zweimal monatlich, und zwar am 5. und 20. eines jeden Monats. **Zu beziehen** durch den Buch- und Zeitschriftenhandel, unmittelbar vom Verlag und durch die Post.

Monats-Bezugspreis für die **gewöhnliche Ausgabe** DM 2.— (einschl. Postzeitungsgebühr) zuzüglich 6 Pfg. Zustellgebühr; für die **Ingenieur-Ausgabe** DM 2.40 (einschl. Postzeitungsgebühr) zuzügl. 6 Pfg. Zustellgebühr. Preis des Einzelheftes der gewöhnlichen Ausgabe 1.— DM, der Ing.-Ausgabe 1.20 DM.

Redaktion, Vertrieb u. Anzeigenverwaltung: Franzis-Verlag, München 2, Luisenstraße 17. — Fernruf: 5 16 25/26/27 und 5 19 43. — Postscheckkonto München 57 58.

Hamburger Redaktion: Hamburg-Bramfeld, Erbsenkamp 22a — Fernruf 63 79 64.

Berliner Geschäftsstelle: Berlin-Friedenau, Grazer Damm 155. — Fernruf 71 67 68 — Postscheckkonto: Berlin-West Nr. 622 66.

Verantwortlich für den Textteil: Ing. Otto Limann; für den Anzeigenteil: Paul Walde, München. — Anzeigenpreise n. Preisl. Nr. 7.

Verantwortlich für die Österreich-Ausgabe: Ing. Ludwig Ratheiser, Wien.

Auslandsvertretungen: Belgien: De Internationale Pers, Berchem-Antwerpen, Cogels-Osy-Lei 40. — Niederlande: De Muiderkring, Bussum, Nijverheidswerf 19-21. — Österreich: Verlag Ing. Walter Erb, Wien VI, Mariahilfer Straße 71. — Saar: Ludwig Schubert, Buchhandlung, Neunkirchen (Saar), Stummstr. 15. — Schweiz: Verlag H. Thali & Cie., Hitzkirch (Luzern).

Alleiniges Nachdrucksrecht, auch auszugsweise, für Österreich wurde Herrn Ingenieur Ludwig Ratheiser, Wien, übertragen.

Druck: G. Franz'sche Buchdruckerei G. Emil Mayer, (13 b) München 2, Luisenstr. 17. Fernsprecher: 5 16 25. Die FUNKSCHAU ist der IVW angeschlossen.

Aus den Jugendjahren des dynamischen Lautsprechers

Von Dr. Eugen Nesper

Aus seinem einzigartigen Erinnerungs- und Erfahrungsschatz, unterstützt durch seltenes Bildmaterial aus seinem Archiv, schrieb Altmeister Dr. Eugen Nesper diesen fesselnden Beitrag über ein Kapitel aus der Geschichte unserer Technik.

Graham Bell hatte — wohl ohne Kenntnis der recht aufschlußreichen Telefonversuche von Philip Reis (1860) — 1876 den ersten brauchbaren Hörer mit zylindrischem Magnetstab geschaffen. Er wurde darauf von A. Weinhold mit Signalglocke und von A. Töpler mit Stimmgabel-Rufeinrichtung und schließlich von Siemens & Halske mit dem ungleich kräftigeren Hufeisenmagneten herausgebracht. Seitdem wurde das auch bereits mit schallsammelndem Konustrichter versehene Telefon bei vielen akustischen Versuchen der damaligen Zeit ständig verwendet.

Die erste Lauthörer-Vorführung brachte bereits vollen Erfolg

Es dauerte dann auch nicht mehr allzu lange, bis Karl Frischen bei einem Vortrag in der Polytechnischen Gesellschaft am 28. Februar 1889 die Öffentlichkeit mit „lautsprechenden Telefonen" bekannt machte. Das geschah in höchst origineller Weise. Frischen holte eine Trompete hervor, schwenkte diese mehrmals durch die Luft und legte sie dann in ihren Schutzkasten zurück. Im gleichen Augenblick schmetterte der seinerzeit so beliebte Schlager: „Mutter der Mann mit dem Koks ist da" in den Vortragssaal. Frischen markierte große Überraschung und forderte die Trompete auf, sofort ein anderes Lied zu spielen. Unter größter Spannung der Anwesenden brach das „verzauberte Instrument" mitten im Spiel ab und begann das Lied aus dem Trompeter von Säckingen „Behüt Dich Gott . . .". Um die Täuschung noch vollkommener zu gestalten, steckte Frischen abwechselnd ein Tuch in den Trichter der Trompete, wodurch die Klänge verschieden stark ertönten.

Das Geheimnis der „Selbstspielenden Trompete" war folgendes: Speziell für diesen Vortrag hatte Frischen von seinem Assistenten mehrere lautsprechende Telefone bauen lassen, die unauffällig innerhalb der Tischzarge angebracht waren. Durch geschickt verlegte Drähte waren diese mit einem im Nachbarzimmer befindlichen Sendemikrofon verbunden, vor dem ein Bläser des Philharmonischen Orchesters stand, der seiner Trompete die Lieder entlockte, die auf so geheimnisvolle Weise im Saal verbreitet wurden und die Zuhörer in Erstaunen versetzten.

Die Elektroakustik steckte noch in den Kindersschuhen. Das erste dynamische Telefon

Zu jener Zeit waren zwar die grundlegenden Arbeiten von H. von Helmholtz (Resonatoren) und einige andere einem kleinen Kreis von Physikern bekannt. Die

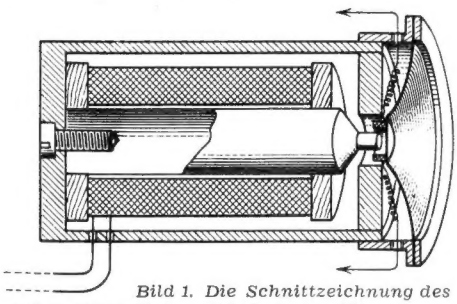


Bild 1. Die Schnittzeichnung des ersten dynamischen Telefons von Werner von Siemens aus dem Jahre 1877 (!) zeigt bereits alle Merkmale des dynamischen Lautsprechers

Elektriker im allgemeinen waren jedoch auf mehr oder weniger tastende Versuche angewiesen. Um so höher zu bewerten ist die Konstruktion des ersten dynamischen Lautwiedergabegerätes von Werner von Siemens, die bereits 1877 (DRP 2355) erfolgte und durch welche gemäß der Schnittzeichnung **(Bild 1)** bis in Einzelheiten alle Merkmale der späteren dynamischen Lautsprecher offenbart wurden. Die stromspeisende Feldspule enthält oben einen verjüngten Kern, so daß im Spalt eine entsprechend große Kraftliniendichte erzeugt wird. Im Spalt arbeitet eine Antriebsspule für eine gewölbte, aus gehärteter Siliziumbronze gefertigte dünne Membrane. Die Zuführung der Sprechströme erfolgt über sehr dünne Zuführungsdrähte zur Antriebsspule. Es fehlte nur noch die Röhrenverstärkung; aber auch ohne diese mag dieser Lautsprecher bei hinreichend kräftigen Impulsen bereits eine befriedigende Schallabstrahlung ergeben haben.

Siemens soll etwas später noch einige ähnliche Modelle gebaut haben. Aber zur Herstellung in größerer Menge ist es nicht gekommen, weil der Verwendungszweck noch fehlte, den erst der Rundfunk brachte.

Nicht ohne Interesse ist, daß etwa 20 Jahre später (1898) O. Lodge ein im South-Kensington-Museum aufbewahrtes etwas anders gestaltetes dynamisches Telefon angegeben hat. Auch bei diesem war in dem kräftigen Feld eines Topfmagneten die Antriebsspule angeordnet, die in diesem Fall mit einer ebenen Membrane verbunden, für direkte Schallabstrahlung dienen sollte.

Zunächst wurden nur Telefondosen mit Trichtern verwendet

Zunächst aber fand die dynamische Konstruktion noch keinen Eingang in die drahtlose Telefonie-Technik. Man verwandte vielmehr möglichst gute, verhältnismäßig große Telefondosen, auf deren Öffnung ein Trichter für gute Schallbündelung aufgesetzt wurde, so daß sich eine Anordnung, etwa nach **Bild 3** ergab. Bei den damals benutzten Kristalldetektoren und später bei den Röhren mit hohem inneren Widerstand, wurde, zur besseren Anpassung die Dose hochohmig ausgeführt und es wurden empirisch die Einzelteile, die Membraneinstellung usw. so lange verändert, bis mit dem Ohr beurteilt größte Empfindlichkeit bei geringsten Verzerrungen erreicht waren.

Bild 2. Lautsprechendes Telefon mit Kurztrichter von Graham aus dem Jahre 1893

In diesem Zusammenhang sei auf die verschiedenen Ausführungen lautsprechender Telefone von Alfred Graham hingewiesen, die bereits von 1893 an für verschiedene Betriebe des täglichen Bedarfs (Fabriken, Zeitungsredaktionen, aber auch auf Kriegsschiffen) für Nachrichtenübermittlung und Befehlsausgabe Anwendung fanden. Eine offenbar akustisch besonders brauchbare Type gibt **Bild 2** wieder, bei der auf eine groß bemessene Dose ein leichter Konustrichter aufgesetzt war.

Mit Trichtern versehene magnetische Schalldosen wurden u. a. bei den ersten Radio-Telefonieübertragungen von Duddell, Poulsen, E. Ruhmer, O. Nußbaumer, Telefunken, Lorenz AG. und seit Ende 1918 zur Vorführung der 7-Röhren-Presse-Empfänger von E. Nesper, P. Floch und W. de Colle für die ersten bewußten Rundfunkübertragungen in Wien eingesetzt.

Der Rundfunk brachte rapide Entwicklung im Lautsprecherbau und der theoretischen Grundlagen

Nach dem Start des Rundfunks in USA (1921), in England (1922) und in Deutschland (1923) erlebte die Lautsprecherentwicklung ein z. T. stürmischen Fortschritt, und Hand in Hand mit diesem ging die theoretische Erforschung der Klangprobleme durch C. Stumpf, Herrmann, D. C. Miller und vor allem K. W. Wagner[1]). Neben der Schaffung verbesserter und neuer Typen magnetischer Lautsprecher, z. T. solcher nach dem Zungenprinzip bzw. mit Gegentaktan-

[1])E. Nesper „Lautsprecher", Berlin, 1925.

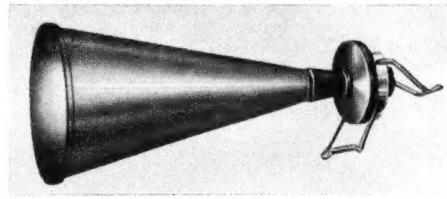


Bild 3. Telefonkapseln mit aufgesetzten Trichtern wurden in den Anfangsjahren des Rundfunks als Lautsprecher verwendet

ordnung, wurde zum ersten Mal der dynamischen Anordnung größeres Interesse entgegengebracht. Parallel hiermit ging die Erkenntnis, daß die bis dahin allein verwendeten Kleinmembranen, wie diese in Schalldosen eingesetzt waren, ein einigermaßen befriedigendes Klangbild zu liefern kaum imstande waren. Reichte doch bei verhältnismäßig geringer Empfindlichkeit, aber meist ausgeprägten nichtlinearen Verzerrungen ihr Frequenzbereich nur von etwa 400 bis 2300 Hz, wobei die Tiefen und Höhen nur andeutungsweise vorhanden waren. Die in Deutschland von G. Seibt bei seiner sog. „Butterdose" verwendete Leichtmetallmembran mit 110 mm Durchmesser bedeutete daher eine sprunghafte Verbesserung, deren Vorteile durch Einbau des Lautsprechers in ein Gehäuse, das Resonanzhöcker usw. mildern ließ, noch weiter erhöht wurden.

Erste dynamische Lautsprecher

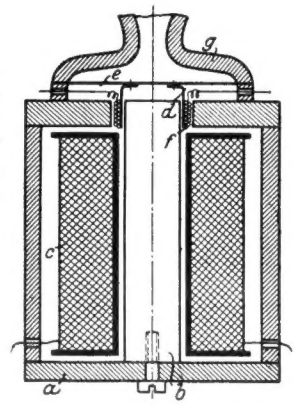
Wohl als eine der ersten dynamischen Ausführungen nach dem dynamischen Telefon von Siemens (1877), dessen Aufbau allerdings bis 1923 wohl unbekannt, bzw. in Vergessenheit geraten war, ist der Magnavox-Lautsprecher, den **Bild 4** im Schnitt wiedergibt: Zentrisch in ein starkwandiges Metallgehäuse a ist ein Eisenkern b eingesetzt, der durch eine relativ große stromdurchflossene Spule c magnetisiert wird. In dem bereits sehr engen Magnetspalt ist eine Antriebsspule f nach oben und unten freibeweglich angeordnet, der die Tonfrequenzspannungen durch dünne Drähte zugeführt werden. Diese Spule übermittelt ihre Bewegungen der Membrane. Die Membrane besitzt bei dieser Ausführung auch die Funktion der Spinne. Um die Membranträgheit und die der Antriebsspule tunlichst gering zu halten — diese Erkenntnis war damals bereits gewonnen — wurde die Membrane aus besonders dünnem Aluminiumblech, aber auch bei anderen Ausführungen aus mehrlagig übereinandergeklebtem Zigarettenpapier hergestellt. Zunächst wurde ein Schwanenhals-Trichter verwendet, dessen Vorhof bereits als eine Art Kompressionskammer ausgebildet wurde.

Das obere Ende des Magnetkerns, sowie der Antriebsspule, waren bei dem etwa zu gleicher Zeit herausgebrachten Pathé-Lautsprecher etwas anders gestaltet. Das Ende war konisch ausgedreht, um das sich eine konische gleichzeitig als Membran dienende Antriebsspule bewegte.

Vorteile und Nachteile des Trichters

Bei diesen und einigen anderen Konstruktionen zu Beginn der zwanziger Jahre diente mithin zur Schallabgabe an den Raum ein Trichter, der bei magnetisch angetriebenen Ausführungen noch jahrelang üblich blieb. Abgesehen von anderen Vorteilen (Schallkonzentration gleichbedeutend mit scheinbarer Schallverstärkung) hatte man hiermit u. a. noch erreicht, daß der sog. „akustische Kurzschluß" der tiefen Tonfrequenzen vermieden wurde, da man den Trichter nur entsprechend zu gestalten brauchte. Aber

Bild 4. Schnitt des Magnavox-Lautsprechers (etwa um 1923). Hierbei wird noch mit einer kleinen Membrane und einem Trichter gearbeitet



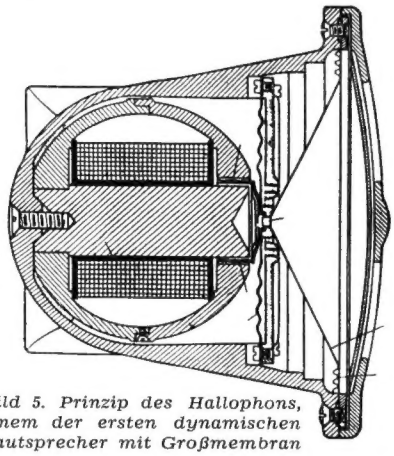


Bild 5. Prinzip des Hallophons, einem der ersten dynamischen Lautsprecher mit Großmembran

manche grundsätzliche Trichternachteile waren kaum zu mildern und vor allem war er mindestens in der ursprünglichen Form unschön und infolge seiner Sperrigkeit für Heimgebrauch hinderlich.

Die Tendenz ist auf Großmembranen gerichtet

Daher setzten vor allem aus klanglichen Gründen bereits 1923 Bestrebungen ein, um die Abmessungen der Kleinmembran zu vergrößern. Eine der ersten Bemühungen war die bereits erwähnte Seibt'sche Butterdose, die indessen noch magnetischen Membranantrieb hatte. Obwohl zu jener Zeit die Elektroakustik noch in den Kinderschuhen steckte, war es Seibt gelungen, — im wesentlichen auf Grund theoretischer Überlegungen und seiner Zeit vorauseilend — wichtige Fragen der Dämpfung der aus hauchdünner Alu-Folie gefertigten Membran, der Einspannung usw. gut zu lösen. Insbesondere nachdem Seibt das Chassis in ein Holzgehäuse einbaute (das sog. Uhrgehäuse, das durch ein umfassend ausgelegtes Schutzrecht gesichert war), vermochte er auch bereits in gewissem Sinn den Kurzschluß der Tiefen, soweit diese damals vorhanden waren, zu verhindern.

Ein weiterer bemerkenswert gut durchkonstruierter dynamischer Lautsprecher war das elektromagnetisch erregte Hallophon von Schuchardt, das **Bild 5** im Schnitt zeigt. Es wurde übrigens auch bereits damals permanentmagnetisch in gleicher Formgebung auf den Markt gebracht. Durch eine besondere Luftdämpfung sollte der Impedanzwiderstand der Erregerspule kompensiert werden und zwar in der Weise, daß eine Zunahme des Impedanzwiderstandes bei wachsender Frequenz erreicht wurde. Die am

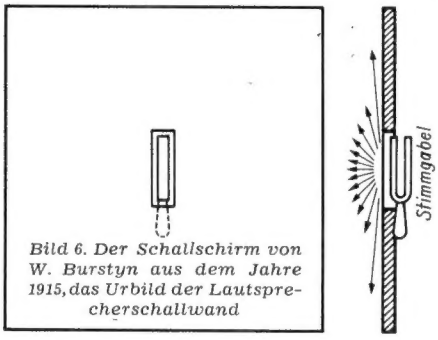


Bild 6. Der Schallschirm von W. Burstyn aus dem Jahre 1915, das Urbild der Lautsprecherschallwand

Rande mit Kröpfungen versehene sehr nachgiebige (Zellon-) Membran war mit einer verhältnismäßig kleinen Antriebsspule verbunden, deren Zentrizität durch eine gewellte membranförmige Spinne erzielt wurde, so daß bereits eine recht ausgeglichene Frequenzkurve zu erhalten war.

Die Schallwand (das Schallgehäuse, der Tunnel) beginnen sich durchzusetzen

Die Wiedergabe der mittleren und höheren Frequenzen konnte im allgemeinen befriedigen, wenn bei ausreichender Feldstärke die Ausgangs-Energie des Empfängers ausreichte und diese sowie die Sendung einigermaßen frei von Verzerrungen waren. Aber die tiefen Frequenzen kamen, soweit sie in der Sendung und in der Schallplattenaufzeichnung überhaupt vorhanden waren, meist nur unbefriedigend heraus. Dies hatte allerdings z. T. seinen Grund in den damals noch keineswegs befriedigenden (geklebten) Membranen, vor allem aber darin, daß die tiefen Frequenzen, von der Vorderseite der Membran nach hinten akustisch kurzgeschlossen und benachteiligt wurden. Bei den anfänglich allein verwendeten Trichtern ließ sich dieser Kurzschluß wenigstens teilweise durch Vergrößerung der Trichterabmessungen vermeiden. Dies führte beispielsweise, um nicht zu sperrige Konstruktionen zu erhalten, zu ineinandergesteckten Trichtern (Reflextrichtern). Diese und andere Nachteile konnten durch den Schallschirm vermieden werden und wohl die erste derartige Ausführung in USA war die von Rice-Kellog (1924), die jedoch auf einer grundsätzlichen Erfindung von W. Burstyn (DRP 289 385 vom 27. Mai 1915) basierte.

Wegen der grundsätzlichen Wichtigkeit dieses „Tonverstärkers" sei kurz auf ihn eingegangen. Nach **Bild 6** wurde in eine Papptafel bzw. ein Holzbrett eine rechteckige Öffnung von solcher Breite geschnitten, daß die Zinke einer Stimmgabel, ohne die Ränder zu berühren, gerade hineinpaßte. Wurde nun die Stimmgabel angeschlagen, so entstand ein vielfach verstärkter Abstrahlungseffekt mit weniger Obertönen, als wenn die Stimmgabel in freier Luft, also ohne Papptafel, angestoßen wurde. Burstyn erklärte diese Erscheinung dahingehend, daß beim Ausschwingen der Stimmgabel in freier Luft die einzelne Zinke nur

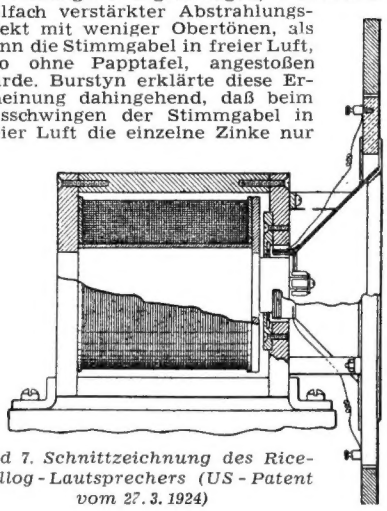


Bild 7. Schnittzeichnung des Rice-Kellog-Lautsprechers (US-Patent vom 27. 3. 1924)

örtliche Wirbel ohne Fernwirkung erzeugte, wobei die ausgesandten Luftschwingungen nicht gradlinig fortgepflanzt wurden, sondern sich vielmehr in kurzen krummen Bahnen zur anderen Zinke hin, von der sie gleichsam angesaugt wurden, schlossen. Man erhält somit nach der Burstynschen Anschauung ein Bild ähnlich dem Kraftlinienverlauf eines kurzen Magnetstabes, bei dem ebenfalls keine merkliche Fernwirkung zustande kommen kann.

Sobald nun die Zinke in die Öffnung gehalten wurde, konnten sich die Luftschwingungen nicht mehr auf dem kurzen Weg schließen, sondern mußten sich um die Ränder der Papptafel herum ausgleichen, wozu jedoch die Zeit einer halben Schwingung nicht mehr ausreichen würde. Im Gegensatz zu einem Resonanzboden werden hierbei die Obertöne praktisch kaum verstärkt, da die von Ihnen erzeugten Luftbewegungen sich auf jeder Seite der Zinke auszugleichen vermögen.

Aus diesem Fundamentalversuch zog Burstyn noch weitere Schlußfolgerungen, auch für die Wirkung des Schalltrichters. Dabei sprach er schon vor den Versuchen von Slepian und Hanna die Erkenntnis aus, daß der Schalltrichter nicht nur eine Schallbündelung und Verstärkung, sondern auch eine Nutzdämpfung der Membran bewirkt, die für das Arbeiten des Trichterlautsprechers sehr wesentlich ist und die dann später zum Druckkammersystem geführt hat.

In diesem Zusammenhang ist ferner noch auf die grundlegenden theoretischen Gesichtspunkte für eine großflächige ebene Schallwand von Lord Rayleigh hinzuweisen, die bereits 1923/24 Siemens & Halske zum Einbau ihrer Konusmembranen veranlaßt haben.

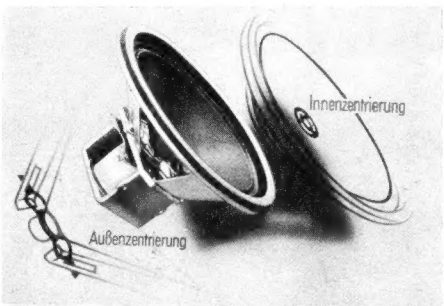


Bild 8. 1939 wurde bei den Siemens-Lautsprechern die Außenzentrierung eingeführt

Trotz dieser wertvollen Pionierarbeiten, begann die eigentliche Ära der dynamischen Lautsprecher erst, nachdem die Ausführungen von Rice-Kellog herausgekommen waren, von denen **Bild 7** eine Schnittzeichnung aus dem amerikanischen Patent Nr. 1 631 646 vom 27. 3. 1924 zeigt. Die Konusmembran war in den Schallschirm mit Hilfe eines sehr biegsamen Halteringes eingespannt. Unten war der Konus zentriert und mit der Antriebsspule verbunden. Neben Verwendung hochwertiger Materialien war der Aufbau sehr sorgfältig vorgenommen, so daß eine bemerkenswert gute Klangwiedergabe zu erhalten war.

Bei dem dynamischen Lautsprecher mit Schallwand (Gehäuse, Tunnel) konnte zum ersten Mal die Frequenzkurve bei etwa 100 Hz beginnen, so daß eine befriedigende Tiefenwirkung zu erreichen war.

Groß-Lautsprecher Mitte der zwanziger Jahre

Schon bald nach dem Start des Rundfunks in USA wurden die ersten größeren Lautwiedergabegeräte, z. T. auch bereits auf leicht aufzustellenden Ständern usw. installiert, um vorwiegend sportliche Ereignisse einer größeren Zahl von Interessenten zu vermitteln. Hierbei wurden allerdings zunächst noch magnetische Antriebsanordnungen verwendet, welche mit meist schon recht geschickt ausgeführten Groß-Trichtern verbunden wurden. In England wurden jedoch von vornherein von Marconi (seit 1925) dynamische Lautsprecher im Großformat verwendet (Gigantophon), bei denen das Antriebssystem mit einem sehr großen Exponentialtrichter verbunden wurde. Die Grundschwingung lag bei 150 bis 250 Hz, um angeblich gute Sprachwiedergabe zu gewährleisten.

Ähnlich waren die etwa zu gleicher Zeit von Gaumont (Paris) herausgebrachten Groß-Dynamiks, von denen **Bild 9** eine Vorstellung vermittelt. Mit einer Energie von ca 5 KW und einer Trichterlänge von etwa 8 m konnte z. B. über die Strecke von Montreux nach Evian, über den Genfer See hinweg eine gut verständliche Sprachübertragung erreicht werden.

Es erscheint nicht unwichtig, daß diese Trichter bereits aus schalltotem Material hergestellt waren und daß auch die Innenwandungen dieser theoretisch richtig gestalteten Exponentialtrichter glatt ausgeführt wurden, so daß Wirbelbindungen und andere Störquellen tunlichst vermieden waren. Dies

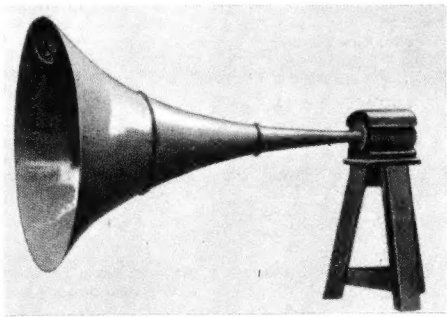


Bild 9. Dynamischer Großlautsprecher mit 8 m langem Trichter für 5 kW Sprechleistung (etwa 1925)

konnte bei mittleren Trichterwegen von 25 m und darüber nicht ganz einfach praktisch verwirklicht werden.

In USA hatte sich übrigens schon frühzeitig eine besondere Schalltrichtertechnik, besonders auch für Großformate, entwickelt. Neben den recht geschickt aufgewickelten Exponential-Hörnern der Temple-Corp., die in Deutschland von Lenzola nachgebaut wurden, war es in Groß-Kinos üblich, die Wiedergabe über Gigant-Exponential-Lautsprecher erfolgen zu lassen, bei denen gewöhnlich das Antriebssystem im Keller des Kinos aufgestellt war. Damit ergab sich ein langer schalltoter Trichter durch die Stockwerke hindurch, mit sehr großer Austrittsöffnung im Zuschauerraum, wodurch recht gute Klangbilder erzeugt werden konnten.

Bekanntlich ist der Trichter für Spezialanwendungen nie ganz gestorben. Er kann z. B. sehr geringe Schallenergien hörbar machen (z. B. beim UKW-Detektorempfang), und er ist für Kommandoanlagen und dgl. seit den dreißiger Jahren wieder viel verwendet worden.

Neben diesen dynamischen Lautsprechern mit Konusmembranen sind bald nach 1923, insbesondere von Siemens noch andere Wege beschritten worden. Hierzu gehören der Riegersche Blatthaller (1925) und der Riffellautsprecher (1926). Dynamiks mit Falzmembran konnten bereits damals recht gute Klangbilder ergeben.

Schwingquarze als elektrische »Unruhe«

Die Bedeutung von Schwing- und Filterquarzen nimmt im modernen Nachrichtenverkehr und in der Elektronik immer mehr zu. Nach Mitteilungen des Quarzlabors von Telefunken wurden beispielsweise 1944 in den USA 30 Millionen Schwingquarze hergestellt. Im Zeitalter der Wellenknappheit sind sie unerläßlich, weil sie wie ein Taktgeber oder wie die Unruhe einer Uhr den Bau von Oszillatoren mit höchster Konstanz erlauben. Mit ihrer Hilfe lassen sich beispielsweise Quarzuhren bauen, deren Gang-Ungenauigkeit in drei bis vier Jahren höchstens eine Sekunde beträgt.

Die Arbeitsweise von Schwingquarzen läßt sich gut an Hand der Huth-Kühn-Schaltung **(Bild 2)** erläutern. Über die Gitter-Anodenkapazität C_{ga} erfolgt eine Rückkopplung, und die Röhre liefert den „Energienachschub", der den Eingangskreis im Schwingzustand hält. Ersetzt man nach **Bild 3** den Eingangskreis durch einen Quarz, so entsteht der gleiche Effekt[1]). Beim Einschalten der Anodenspannung gelangt ein Stromstoß über C_{ga} an den Quarz, der eine langsam abklingende mechanische Schwingung gemäß seiner Eigenfrequenz ausführt. Gleichzeitig erzeugt er aber auch eine Wechselspannung, die er an das Gitter der Röhre abgibt und diese im Takt der Quarzfrequenz steuert. Die Schwingungen schaukeln sich zu einem Gleichgewichtszustand auf, und die erzeugte Wechselspannung kann im Anodenkreis der Röhre ausgekoppelt werden.

Wie kommt es nun eigentlich, daß Quarze mechanische Schwingungen ausführen und gleichzeitig elektrische Wechselspannungen abgeben können? Dieses merkwürdige Verhalten wurde 1880 von den Gebrüdern Curie entdeckt und als „piezoelektrischer Effekt" bezeichnet. Danach lassen sich durch Zug oder Druck an aus bestimmten Kristallen herausgeschnittenen Platten oder Stäben elektrische Ladungen erzeugen, die man an aufgebrachten Elektroden abnehmen kann. Umgekehrt kann man durch Ladungen erreichen, daß sich die Kristalle zusammenziehen oder ausdehnen. Beide Vorgänge sind uns vom Kristalltonabnehmer oder vom Kristall-Hochtonlautsprecher wohlbekannt. In der Elektroakustik verwendet man allerdings vorwiegend Seignette- oder Bariumtitanat-Kristalle. Für die Hf-Technik benötigt man dagegen ein Material, das sich durch geringe Dämpfung, hohe Temperaturkonstanz sowie chemische und physikalische Beständigkeit auszeichnet. Hierfür eignet sich am besten der Quarzkristall.

[1]) Vgl. Funktechnische Arbeitsblätter Os 8i, Franzis-Verlag, München.

Bild 1. Die Montage der Quarzplättchen in den Telefunken-Laboratorien ist feinste Handarbeit. Jede Verunreinigung durch Staub oder Fett beim Einbau stört die Genauigkeit

Die Hauptfundstätten des Rohquarzes liegen in Brasilien, geringere Vorkommen hat Madagaskar aufzuweisen. Wegen des dauernd steigenden Bedarfs versuchen die USA, Rohquarze synthetisch zu gewinnen. Man löst in starkwandigen Gefäßen in einer heißen alkalischen Lösung Bruchquarz auf und sorgt durch ein Temperaturgefälle für Zirkulation und Ablagerung der Lösung auf die eingebrachten Quarzkeime. Das synthetische Material kostet

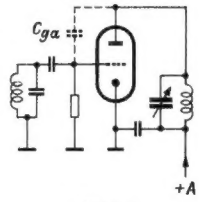


Bild 2. Huth-Kühn-Schaltung

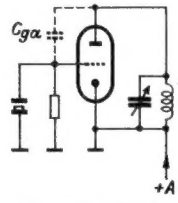


Bild 3. Quarz-Oszillator in Pierce-Miller-Schaltung

Quarztabelle

Frequenz kHz	Kurzbezeichnung	Schwingungsform
1...50	+ 5° X NT	Längsbiegungsschwinger
50...200	+ 5° X MT	Längsdehnungsschwinger
150...800	DT CT	Flächenscherschwinger
500...100 000	AT BT	Dickenscherschwinger

Aus den Jugendjahren des dynamischen Lautsprechers *(Fortsetzung)*

Der andere Weg, einer größeren Zuhörerzahl die Schallsendungen zu vermitteln war der, die Energie auf eine Anzahl kleinerer Lautsprecher aufzuteilen. Wohl die erste derartige

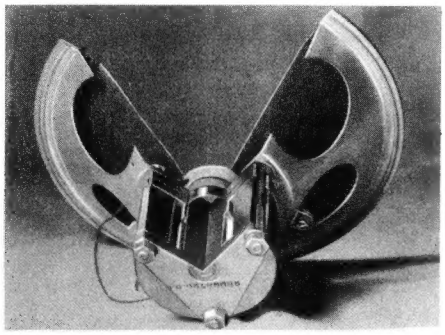


Bild 10. Der permanent-dynamische Lautsprecher vereinfachte die Anwendung

Anordnung wurde von E. Nesper gelegentlich eines Vortrages in der Berliner Philharmonie, im Rahmen der Grünen Woche (1924) zur Beschallung des großen Saales, der von ca. 2000 Anhörenden besetzt war, verwirklicht. Hierbei wurde trotz wenig leistungsfähiger Verstärker, eine brauchbare Sprachverständlichkeit erreicht.

Weittragende Verbesserungen des dynamischen Lautsprechers seit etwa 1933

Eine sehr bemerkenswerte Steigerung des Frequenzumfanges, unter Verringerung der Kombinationstonbildung und der nichtlinearen Verzerrungen, sowie eine Steigerung der Wirtschaftlichkeit und andere Verbesserungen waren zwar schon vor 1933 zu verzeichnen gewesen. Aber durchgreifend und serienmäßig konnten sich diese erst durchsetzen, nachdem die Theorie nachgekommen war und geeignetere Werkstoffe zur Verfügung standen. Mindestens ebenso wichtig wie der Einsatz von Permanentmagneten hoher Feldstärken war die optimale Formgebung und Ausführung der Membran (nicht mehr geklebt, sondern geschöpft) und deren Halterung sowie die Zentrierung und die schmiegsame Einspannung am äußeren Einspannrand. Nach der Fa. Pappenguß, war es u. a. den Firmen Peter und Romen gelungen das Gewicht der homogen gewonnenen Konen ständig zu verringern und auch die Rauhigkeitsbereiche und andere klangstörende Erscheinungen herabzusetzen. Gewiß waren ähnliche Vorteile aufweisende Membranen gelegentlich bereits früher hergestellt worden. Es handelte sich aber dabei um mehr oder weniger künstlerische Einzelerzeugnisse und nicht um Serienfabrikate, die neben geringsten Toleranzen und größerer Billigkeit noch den Vorteil einer weitergehenden Unempfindlichkeit gegen äußere Einflüsse, bei wesentlich größerer Lebensdauer aufwiesen.

Ähnliches gilt mit Bezug auf die weiche Halterung der Membran am äußeren Einspannrad des inzwischen wesentlich stabiler gewordenen Korbes. Auch hier war anstelle tastender Versuche die Serienherstellung getreten. Vielleicht aber die wichtigsten Fortschritte wurden bei der Zentrierung erzielt, von der nicht zuletzt das zentrische Arbeiten der Antriebsspule und der Membran abhängen. Sie erfolgte z. T. durch geeignete Spinnen. Die einige Zeit bevorzugte Innenzentrierung wurde wegen der erheblichen Vorteile der Außenzentrierungsspinnen fast durchweg aufgegeben. Die Ausführung läßt **Bild 8** erkennen (Siemens).

Nicht minder wichtig war es, daß es allmählich gelang, die Antriebsspulen im Gewicht immer leichter zu gestalten und auch ihre Form zu stabilisieren, so daß in dem sehr eng gewordenen Magnetspalt, ein den zugeführten modulierten Schwingungen annähernd formtreues Arbeiten erreicht wurde.

Anfangs hatte es fast nur fremderregte Magnete im Dynamikbau gegeben, bei denen zwar eine gute Felddichte im Spalt zu erreichen war, die jedoch infolge ihrer Zusatzgeräte einen hohen Aufwand erforderten, der sich bei beweglichem Einsatz der Anlage lästig auswirkte. Diese Schwierigkeiten konnten erst behoben werden, als es der Firma Edelstahl gelang, hochwertige Alni-Permanentmagnete serienmäßig herzustellen **(Bild 10)**, mit denen Feldstärken von 8000 Gauß und darüber im Spalt zu erhalten waren. Hierdurch, aber z. T. auch durch die anderen Mittel, ließ sich der Gesamtwirkungsgrad um etwa eine Größenordnung erhöhen.

Die Vermeidung des Kurzschlusses der Tiefen war durch hinreichend große Schallwände (Gehäuse, Tunnels) gelungen, aber die im wesentlichen von der Membranmitte abgestrahlten Höhen vermochten das Klangbild nicht selten zu beeinträchtigen, vor allem für die direkt vor dem Lautsprecher „in Achse" Befindlichen. Diese unerwünschte Bündelung konnte durch in Achsrichtung angebrachte Kegel (Philips), die als Klangverteiler bezeichnet wurden **(Bild 11)**, mindestens abgeschwächt werden, so daß auch in dieser Hinsicht das Klangbild eine Verbesserung erfuhr. Die neuesten Bestrebungen auf diesem Gebiet, die zu den sog. Raumklanganordnungen führten, sind allgemein bekannt.

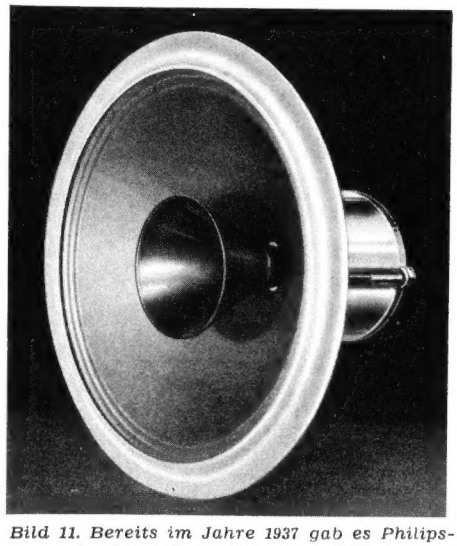


Bild 11. Bereits im Jahre 1937 gab es Philips-Lautsprecher mit Klangverteiler

Bild 4. Die Quarzscheibe ist auf einer Pechunterlage befestigt, sie muß beim Schleifen und Polieren ständig feucht gehalten werden (Foto: Telefunken)

100 Dollar je kg, während für Naturquarz das Siebenfache bezahlt werden muß. Die Ausbeute beträgt rund 90 Gramm je Liter Zuchtgefäß-Volumen im Monat.

Schwingquarze werden nach bestimmten Gesichtspunkten aus dem Rohmaterial herausgeschnitten und auf die frequenzbestimmenden Maße zugeschliffen. Die Lage des Quarzschnittes zu den Kristallachsen wird durch eine Buchstabengruppe gekennzeichnet, die aus der **Tabelle** hervorgeht. Aus der gleichen Aufstellung ist ersichtlich, welche Schwingungsformen für die einzelnen Frequenzbereiche in Frage kommen.

Zur Quarzfertigung gehört in vielen Arbeitsgängen feinste Handarbeit. Das Schleifen der hauchdünnen Scheiben besorgt zwar eine Maschine **(Bild 4)**, aber der Schliff muß doch von erfahrenen hochqualifizierten Fachkräften aufmerksam verfolgt werden. Die Montage der Quarzblättchen **(Bild 1)** erfordert nicht nur eine ruhige Hand, sondern auch peinlichste Sauberkeit. Wenig bekannt ist, daß die Elektroden auf die Quarzscheiben aufgedampft werden und daß man in manche Gehäuse eine Stickstoffüllung einbringt. Kü.

Dynamikregelung mit gesteuerten Gleichrichterstrecken

Von Helmut Hepper, Telefunken GmbH

Diese einfache mit Germaniumdioden arbeitende Schaltung erspart brummanfällige Regelröhren und komprimiert oder dehnt den Dynamikumfang.

In der Übertragungstechnik wird oft die Aufgabe gestellt, große Lautstärkeschwankungen am Aufnahmeort so weit einzuengen, daß sie die im Verstärkungsweg eingebauten Verstärker nicht übersteuern, und daß am Wiedergabeort eine ausgeglichene mittlere Lautstärke herrscht. Denken wir dabei z. B. an die oft sehr lebhaften Bewegungen eines Redners vor dem Mikrofon, die zu erheblichen Lautstärkeschwankungen am Wiedergabelautsprecher führen.

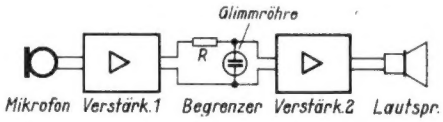


Bild 1. Begrenzerschaltung mit Glimmröhre

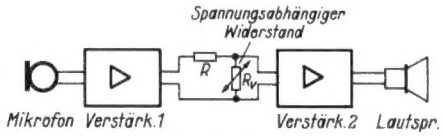


Bild 2. Prinzip einer echten Dynamikregelung

Tritt nur die Forderung auf, gelegentliche Spannungsspitzen von nachfolgenden Verstärkern fernzuhalten, so kann man dies in einfacher Weise durch Wegschneiden dieser Spitzen erreichen, z. B. mit einer Glimmröhrenschaltung, die im Prinzip in **Bild 1** dargestellt ist. Eine solche Schaltung führt zu keiner kontinuierlichen Dynamikeinengung, sie erzeugt außerdem beim Einsetzen dieser Begrenzung sofort große Klirrfaktoren, so daß ihre Anwendung auf ganz spezielle Fälle beschränkt bleibt **(Bild 4)**.

Eine Dynamikbegrenzung, oder ganz allgemein eine Dynamikänderung der Originallautstärke kann nur durch eine Änderung der Verstärkung erreicht werden. Diese Verstärkungsänderung kann durch handbetätigte Regler oder automatisch durch die Originallautstärke vorgenommen werden. Diese automatische Regelung ist im Prinzip durch einen in den Verstärkerzug eingeschalteten amplitudenabhängigen Widerstand R_V zu erreichen **(Bild 2)**. Einen solchen Widerstand stellt z. B. ein Gleichrichter dar. Bei kleiner angelegter Spannung ist sein Widerstand groß, bei großer Spannung ist der Widerstand klein, beides in Durchlaßrichtung betrachtet. Aus der in **Bild 3** dargestellten Kennlinie eines solchen Gleichrichters kann für jede angelegte Spannung der Widerstand des Gleichrichters als Steigung der Tangente an diesem Punkt abgelesen werden. Für Punkt P beträgt z. B. der Widerstand 800 Ω und für den Punkt Q 150 Ω. Wird die Spannung U weiter erhöht, so nimmt der Strom I proportional U zu, d. h. eine Widerstandsänderung tritt nicht mehr ein. Dieser Kennlinienbereich ist dann für eine automatische Regelung unbrauchbar.

Da es sich bei der zu begrenzenden Spannung um eine Wechselspannung handelt, die dargestellte Kurve aber nur in der Gleichrichter-Durchlaßrichtung brauchbar ist, müssen zwei parallele, gegensinnig geschaltete Gleichrichter benutzt werden **(Bild 5)**. Die Ausgangsspannung des Begrenzergliedes beträgt dann

$$U_a = U_e \cdot \frac{R_G}{R + R_G}$$

Darin bedeutet:

U_e = Eingangsspannung,

R_G = spannungsabhängiger Widerstand von G_1 bzw. G_2,

R = Vorwiderstand.

Wird R groß gegen alle vorkommenden Werte von R_G gemacht, so ist

$$I_1 = I_2 = \frac{U_e}{R}$$

d. h. I_1 und I_2 sind proportional U_e. In **Bild 9** ist dann

$$U = U_a \text{ und } I = \frac{U_e}{R}$$

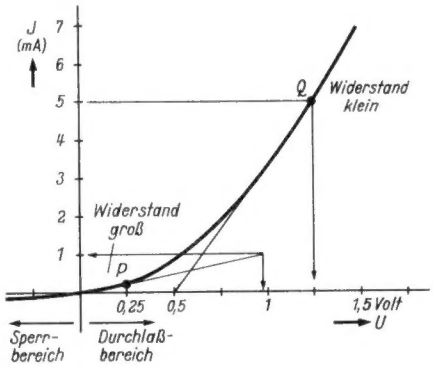


Bild 3. Widerstandsänderung eines Gleichrichters

zu setzen, wodurch eine direkte Ablesung der Dynamikeinengung möglich ist. Es sind zwei Eingangsspannungen eingezeichnet, deren Amplituden sich im Verhältnis 1 : 10 unterscheiden, also eine Stromänderung I von ebenfalls 1 : 10 aufweisen. Infolge der Gleichrichterkennlinien ruft diese Eingangsspannungsänderung nur eine Ausgangsspannungsänderung von 1 : 3,2 hervor, die Dynamik wird also erheblich komprimiert.

Der Klirrfaktor ist zu beachten

Leider treten neben dieser Dynamikkompression auch erhebliche Klirrfaktoren auf. Für sehr kleine Eingangsspannungen sind die Gleichrichterkennlinien als annähernd gerade zu betrachten, sie rufen also nur geringe Verzerrungen hervor. Große Eingangsspannungen werden aber durch die Krümmung der Gleichrichterkennlinien stark verzerrt, so daß die Ausgangsspannung einen großen Klirrfaktor enthält.

Wir wollen zwar eine Änderung der Verstärkung in Abhängigkeit von der Eingangsspannung erzielen, die Form der Eingangsspannung soll aber — entsprechend vergrößert oder verkleinert — erhalten bleiben. Das setzt aber voraus, daß wir unsere Eingangsspannung an einer nahezu geraden Kennlinie durchsteuern, deren Neigung entsprechend der Größe

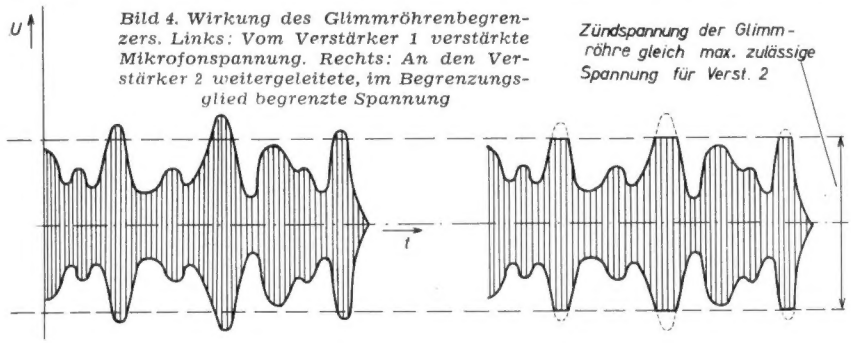


Bild 4. Wirkung des Glimmröhrenbegrenzers. Links: Vom Verstärker 1 verstärkte Mikrofonspannung. Rechts: An den Verstärker 2 weitergeleitete, im Begrenzungsglied begrenzte Spannung

der Eingangsspannung mehr oder weniger groß sein soll. Dies erzielen wir mit einer im Prinzip in **Bild 6** dargestellten Schaltung. Hierin geschieht die Einstellung des Arbeitspunktes des variablen Widerstandes nicht direkt von der angelegten Wechselspannung, sondern mit Hilfe einer aus dieser Wechselspannung erzeugten Gleichspannung. Die Wechselspannung wird klein gegen die Gleichspannung gemacht **(Bild 10)**. In dieser Schaltung genügte grundsätzlich ein Gleichrichter G_1. Der Gleichstromkreis müßte dann, an Stelle von G_2, durch ein Schaltelement mit kleinem Gleichstrom- und hohem Wechselstromwiderstand, z. B. mit einer Drossel, geschlossen werden.

Der Einsatz von G_2 bringt aber einen wesentlichen Vorteil: Wenn der von der Gleichspannung in beiden Gleichrichtern eingestellte Gleichstrom I= von der positiven Halbwelle des Wechselstromes in einem Gleichrichter zu etwas höheren Werten gesteuert wird, dann erfolgt durch die gleiche positive Halbwelle im zweiten Gleichrichter eine geringe Erniedrigung des Gleichstromes. Die beiden Gleichrichter sind ja für die Wechselspannung entgegengesetzt gepolt. Umgekehrt verhalten sich die Stromänderungen bei einer negativen Halbwelle der Eingangsspannung. Erhöht also der Wechselstrom in einer Halbwelle den Widerstand von G_1 um einen geringen Betrag, so erniedrigt er den Widerstand von G_2 um einen ähnlichen Betrag und umgekehrt. Die wechselstrommäßige Parallelschaltung dieser verschieden hohen Widerstände schafft für beide Halbwellen einen Widerstandsmittelwert. Die Folge davon ist, daß die sich ergebende Summenkennlinie fast gerade wird gegenüber der eines einzelnen Gleichrichters für einen bestimmten Arbeitspunkt. Durch die Parallelschaltung der zwei Gleichrichter wird also der Klirrfaktor erheblich herabgesetzt **(Bild 7)**.

Bemessung der Einzelteile

Für die Einstellzeiten der Gleichspannung sind zwei Werte von Bedeutung:

1. Die Einschwingzeitkonstante.

Der so bezeichnete Zeitabschnitt, in welchem die Gleichspannung den der Eingangswechselspannung zugehörigen Wert $\left(1 - \frac{1}{e}\right)$ erreicht hat, sollte so kurz wie möglich sein und wird für durchschnittliche Ansprüche mit 5 bis 10 msec bemessen. Die Einschwingzeitkonstante ist gegeben durch den Innenwiderstand R_i der Wechselspannungsquelle, den Innenwiderstand des Gleichrichters G und die Kapazität C (Bild 6). Ganz kurze Eingangsspannungsspitzen, die infolge der Einschwingzeitkonstante noch nicht herabgesetzt werden, können zwar ebenso kurzzeitige Übersteuerungen der nachfolgenden Verstärker verursachen, sind aber nicht wahrnehmbar. Der technische Aufwand für kürzere Einschwingzeitkonstanten wird wesentlich größer und teuerer.

2. Die Ausschwingzeitkonstante.

Sie gibt die Zeit an, in welcher die Gleichspannung nach Fortfall der Eingangswechselspannung wieder fast auf Null $\left(\frac{1}{e}\right)$ abgesunken ist. Ihr Wert beträgt im allgemeinen 500 msec. Sie ist bestimmt durch die Kapazität C und den Entladungswiderstand der Gleichrichter G_1 und G_2. Ihre Größe stellt einen optimalen Wert dar, der aus den Forderungen nach einem möglichst reinen Gleichstrom, wirtschaftlich und technisch tragbarem Aufwand und einer subjektiv ermittelten, günstigsten Ausschwingzeit entstanden ist.

Da die Widerstände von G, G_1 und G_2 keine konstanten Größen sind, ist die Ermittlung der Ein- und Ausschwingzeitkonstanten rechnungsmäßig nicht ganz einfach. Der Verlauf der Gleichspannung ist in **Bild 8** dargestellt.

Es ist auch zu beachten, daß die Größe der Gleichspannung infolge der Nichtlinearität von G nicht direkt proportional der Eingangswechselspannung ist. Bei kleinen Wechselspannungen ist die Gleichspannung ungefähr Null und nimmt erst bei großen Wechselspannungen proportional der Eingangswechselspannung zu. Dies führt dann, in Verbindung mit dem hohen Anfangswiderstand der Regelgleichrichter G_1 und G_2 dazu, daß die Ausgangsspannung zunächst im gleichen Verhältnis wie die Eingangsspannung wächst, dann aber bei weiterem Anstieg der Eingangsspannung durch schnelles Einsetzen der Regelgleichspannung wieder etwas abfällt. Die Kompressorkennlinie kann dann den in **Bild 14** gezeigten Verlauf mit einer kleinen Überhöhung beim Einsetzen der Regelung aufweisen. Der hohe Anfangswiderstand der Regelgleichrichter und damit auch die eben beschriebene Überhöhung der Kennlinie kann durch einen parallel geschalteten Festwiderstand (500 Ω) in **Bild 13** verändert bzw. beseitigt werden.

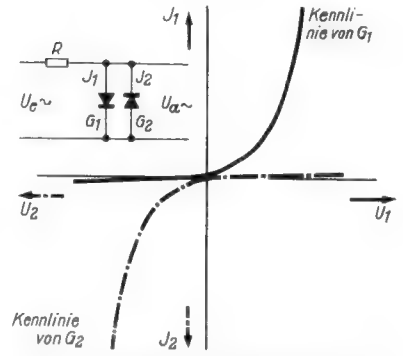


Bild 5. Kennlinie von zwei antiparallel geschalteten Gleichrichtern

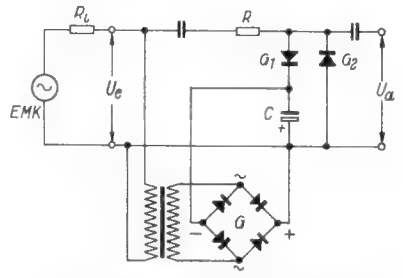


Bild 6. Verbesserte Regelschaltung

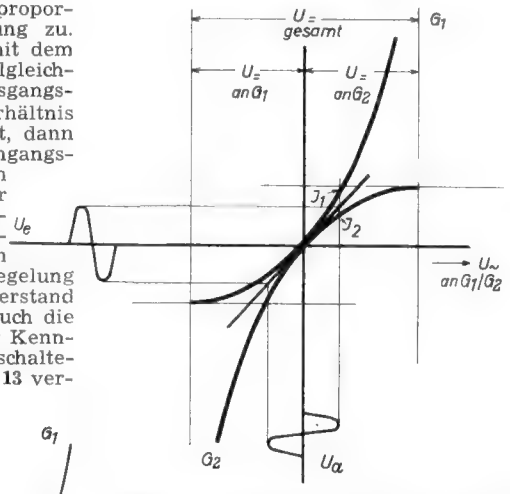


Bild 7. Der Klirrfaktor wird bei Verwendung von zwei Gleichrichtern herabgesetzt

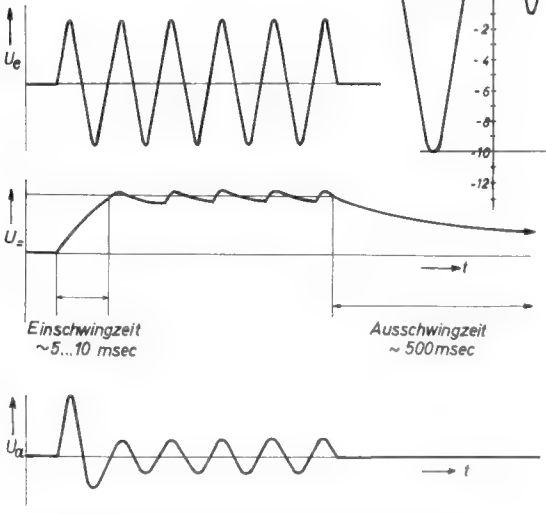


Bild 8. Verlauf der Gleichspannung bei einem Wechselspannungsstoß und dadurch verursachte Ausgangsspannung

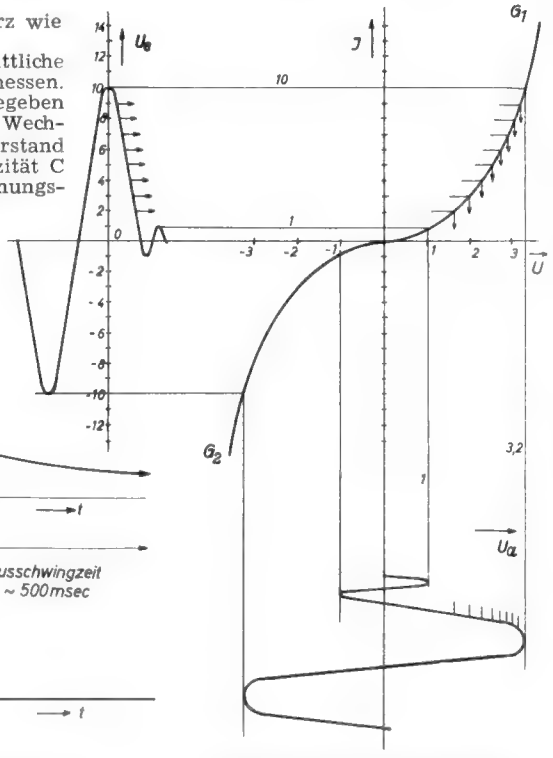


Bild 9. Dynamik-Einengung durch eine Kennlinie nach Bild 5

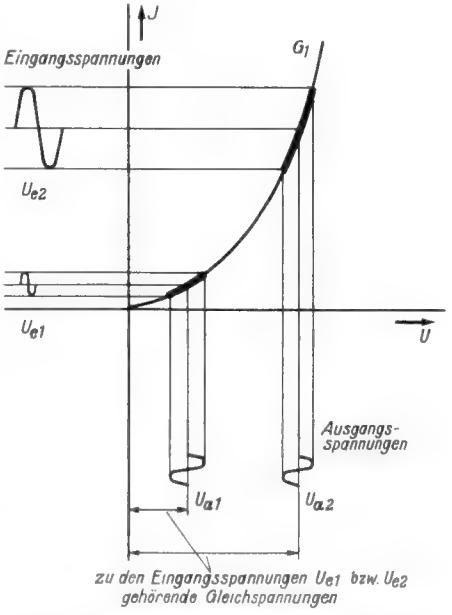


Bild 10. Wirkung der Schaltung von Bild 6

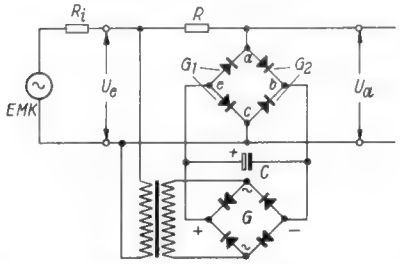


Bild 11. Eine Brückenschaltung trennt Gleich- und Wechselspannungskreis

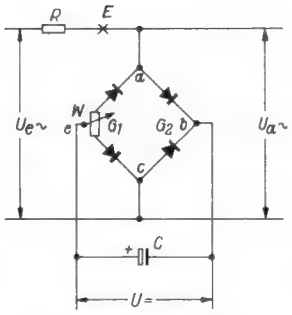


Bild 12. Brücke mit Abgleichwiderstand

Aber auch dieser Schaltung haften noch Nachteile an. Die relativ langsamen Änderungen der Gleichspannung mit ihren Oberwellen gelangen als sogenannter Gleichspannungsstoß an den nachfolgenden Verstärker, sobald dessen Grenzfrequenz dies gestattet. Die Einschwingzeitkonstante von 5 bis 10 msec entspricht einer Frequenz zwischen 200 und 100 Hz und wird somit von einem normalen Verstärker übertragen.

Eine Brückenschaltung trennt Gleich- und Wechselspannung

Abhilfe hiergegen schafft die Brückenschaltung, wie in **Bild 11** dargestellt. Sie verhindert, daß die Gleichspannung in den Wechselstromzweig gelangt. Bei Gleichheit aller Brückenwiderstände herrscht an der Wechselspannungsdiagonale die Gleichspannung Null. Die hier dargestellte Schaltung mit vier Gleichrichtern ist die in der Begrenzung wirksamste. Für weniger hohe Ansprüche genügt eine Schaltung mit zwei Festwiderständen und zwei Gleichrichtern, doch soll diese hier nicht näher beschrieben werden.

Nun ist leider ohne besondere Maßnahmen die Brücke selten völlig im Gleichgewicht. Betrachten wir die erzeugte Gleichspannung näher, so stellen wir fest, daß sie nicht ideal ist, sondern Reste der ursprünglichen Wechselspannung enthält, deren Amplituden um so größer werden, je tiefer die Frequenz der angelegten Wechselspannung ist. Die zwischen zwei Aufladungen liegende Entladeperiode wird immer länger; das führt zu einer größeren Welligkeit der Gleichspannung. Da die Größen der Ein- und Ausschwingzeit festliegen, ist damit auch eine bestimmte Welligkeit der Gleichspannung nicht mehr zu vermeiden. Die Welligkeit entspricht leider keiner Sinusschwingung, sondern vielmehr einer sägezahnähnlichen Spannung, die eine Zusammensetzung aus sehr vielen Oberwellen darstellt. Sind die Brückenzweige nicht völlig gleich, so gelangt neben einer geringen Gleichspannung auch die überlagerte Wechselspannung in den Wechselstromzweig und überlagert sich der Nutzwechselspannung. Je kleiner nun die Nutzwechselspannungsamplitude gewählt wird, welche dem Begrenzerglied zugeführt wird, um so kleiner wird das Verhältnis Nutzwechselspannung zu Oberwellenspannung aus der Gleichspannung. Die Größe der anzulegenden Gleichspannung ist durch den nutzbaren Kennlinienteil von G_1 und G_2 festgelegt. Daraus ergibt sich, daß der Klirrfaktor, welchen diese Oberwellen darstellen, um so größer wird, je kleiner die Nutzwechselspannung im Verhältnis zur Gleichspannung ist. Aus diesem Grunde ist die dem Begrenzerglied zuzuführende Wechselspannung, entgegen der anfangs aufgestellten Forderung, so groß wie möglich zu wählen. Mithin ergibt sich ein Optimum, welches einmal bestimmt ist durch die an der Kennlinienkrümmung von G_1 und G_2 erzeugten Verzerrungen und andererseits durch das Verhältnis Oberwellen aus Gleichspannung zu Nutzwechselspannung.

Um nun dieses Brückengleichgewicht und damit auch das Minimum der Verzerrung einzustellen, kann man zweierlei tun. Entweder sucht man die vier Brückengleichrichter so aus, daß ihre Kennlinien genau übereinstimmen, oder man stellt

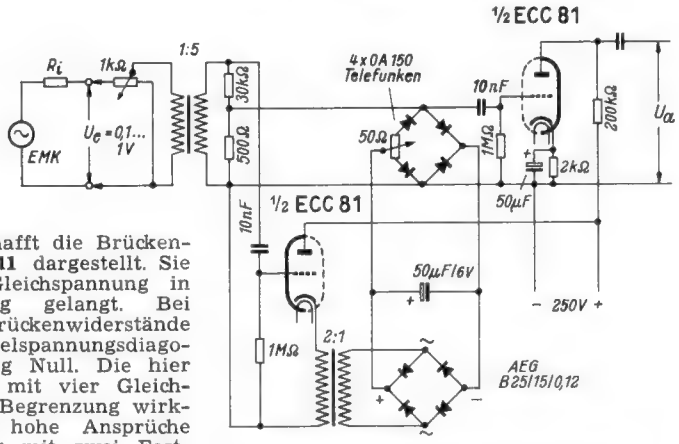


Bild 13. Vollständige Begrenzerschaltung

dieses Gleichgewicht durch einen variablen kleinen Widerstand ein, wie in **Bild 12** dargestellt. Mit diesem Widerstand läßt sich für die Punkte a—c ein deutliches Minimum der Gleichspannungsoberwellen einstellen, bei an b—e anliegender Gleichspannung. Die Nutzwechselspannung wird dabei am Punkt E aufgetrennt. Die Einstellung kann auch nach Heraussiebung der Grundwelle aus der Ausgangsspannung mit einem Klirrfaktorsieb vorgenommen werden, wobei dann das Klirrfaktorminimum einzustellen ist.

Bei der Wahl der Gleichrichter G_1 und G_2 ist noch zu beachten, daß für eine frequenzunabhängige Regelung die Kapazität der Gleichrichter möglichst klein sein sollte. Aus diesem Grunde werden für die relativ hochohmigen Begrenzungsglieder Germanium-Dioden gewählt, welche sich durch extrem kleine Kapazitäten auszeichnen. Aber auch die Wahl des Gleichrichters G ist durch die Forderung nach kleiner Kapazität eingeengt, da große Plattenquerschnitte neben dem Vorteil kleinen Innenwiderstandes entsprechend große Kapazitäten besitzen. Die erzeugte Gleichspannung sollte aber auch möglichst frequenzunabhängig sein.

Vollständige Begrenzerschaltung

Eine praktisch sehr gut brauchbare Dynamikbegrenzerschaltung ist in **Bild 13** gezeigt. Der Begrenzer ist für eine Eingangsspannung von 100 mV...1 V ausgelegt, d. h. die Begrenzung setzt bei 100 mV ein. Bei einem Anstieg der Eingangsspannung von 100 mV auf 1 V, also auf das Zehnfache, steigt die Ausgangsspannung nur um den Faktor 1,6 an, z. B. von 100 mV auf 160 mV. Die Ein- und Ausschwingzeiten liegen in den oben angegebenen Grenzen.

Die nichtlinearen Verzerrungen betragen bis zur maximalen Eingangsspannung höchstens 0,7 % bei 1000 Hz, 1,2 % bei 10 000 Hz und 5,5 % bei 60 Hz, wobei ein Anstieg der Verzerrungen nach den tiefen Frequenzen zu durch die Zeitkonstanten bedingt ist, wie schon erläutert. Für ganz tiefe Frequenzen wird aus der Gleichspannung eine pulsierende Gleichspannung, wie sie sonst nur ein Gleichrichter ohne Ladekondensator liefert.

Die Kennlinie des Dynamikkompressors ist aus **Bild 14** zu ersehen.

Die gezeigte Schaltung bietet neben ihrer Einfachheit gegenüber den umfangreicheren Schaltungen mit Regelröhren u. a. den Vorteil, daß Siebungs- und Brummschwierigkeiten für diese Röhren weitgehend vermieden werden.

Das beschriebene Regelungsprinzip kann sowohl zur Vorwärtsregelung als auch zur Rückwärtsregelung benutzt werden. Zur Vorwärtsregelung wird die zur Erzeugung der Regelgleichspannung notwendige Wechselspannung vor dem Begrenzungsglied abgenommen, bei einer Rückwärtsregelung dagegen hinter diesem Glied. **Bild 15** stellt das Prinzip der beiden Regelungsarten mit den zugehörigen charakteristischen Regelkennlinien dar. Im Gegensatz zu einer Vorwärtsregelung, wie sie in Bild 13 und 14 angegeben ist, kann durch die Rückwärtsregelung keine waagerecht verlaufende oder gar abfallende Regelkurve erzeugt werden. Eine Erhöhung der Regelgleichspannung setzt bei dieser Regelung eine Erhöhung der Verstärkerausgangsspannung voraus.

Der Dynamikdehnung liegt das gleiche Prinzip wie der Dynamikkompression zugrunde, nur wird hierbei die „gedehnte" Wechselspannung nicht an G_2, sondern an R abgegriffen.

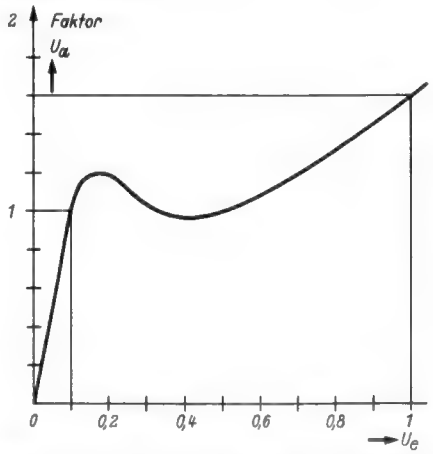


Bild 14. Kompressorkennlinie der Schaltung nach Bild 11. Die Unstetigkeit wird durch den 500-Ω-Widerstand in Bild 13 beseitigt

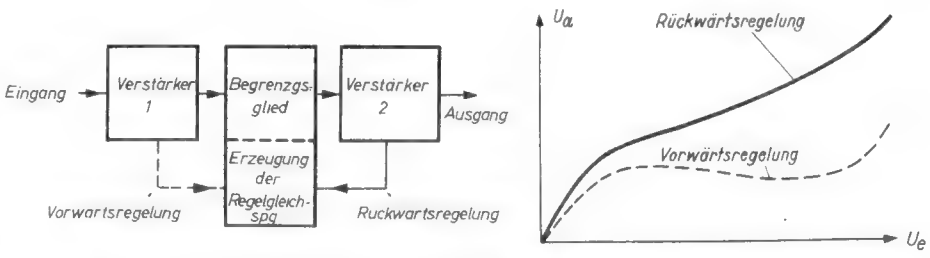


Bild 15. Prinzip der Rückwärts- und Vorwärtsregelung mit den zugehörigen Kennlinien

Siemens-Kammermusikkombination

Hochwertige Wiedergabe-Anlagen erfordern große Lautsprecherkombinationen, präzise Plattenspieler und saubere klare Schaltungstechnik

Mancher Musikliebhaber wird sich noch des ersten Siemens-Kammermusikgerätes entsinnen, das in den dreißiger Jahren auf den Markt kam. Damals konnte es als Wagnis bezeichnet werden, ein Gerät zu schaffen, das ungeachtet des Preises alle technischen Mittel ausschöpft, um eine Musikwiedergabe zu bieten, wie sie ein normales Rundfunkgerät nicht vermitteln kann. Heute haben sich für den Konstrukteur die Verhältnisse grundlegend geändert. Hi-Fi, das internationale Schlagwort für beste Tonwiedergabe, ist in aller Munde, und der Musikfreund ist eher geneigt als früher, beim Kauf eines ganz erstklassigen Gerätes nicht auf den Preis zu sehen. Die Konstrukteure können also in eine solche Anlage hineinbauen, was gut und teuer ist und damit die Gewähr übernehmen, daß der Klang, der aus der Anlage wieder herauskommt, einem Originalkonzert fast völlig gleichwertig ist.

Von den zahlreichen Möglichkeiten, eine Anlage für beste Tonwiedergabe zu schaffen, scheint sich eindeutig die Richtung durchzusetzen, bei der Verstärker- und Lautsprecherteil getrennte Einheiten bilden. Der Lautsprecher — oder genauer gesagt, die Lautsprecherkombination — ist beim Siemens-Gerät als Eckengehäuse ausgebildet **(Bild 1)**, denn die Zimmerecke ist und bleibt zwischen Wohnraummöbeln der günstigste Ort für eine hochwertige Lautsprecherkombination. An anderer Stelle ließe sich ein ausreichend großes Gehäuse kaum unterbringen, außerdem

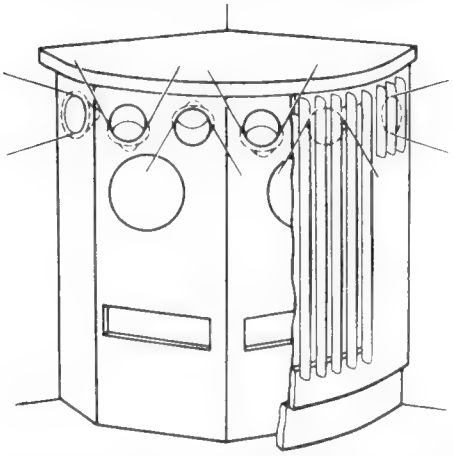


Bild 2. Anordnung der Lautsprechersysteme im Eckengehäuse der Siemens-Kammermusik-Kombination. Die angegebene Schallaustrittsrichtung zeigt die Neigung der Hochton-Lautsprecher an. Darunter die großen Öffnungen für die Tieftöner; ganz unten Schallschlitze zum Druckausgleich

ergibt sich der Vorteil, daß bei Eck-Aufstellung die Zimmerwände eine Art Trichterwirkung ausüben und damit die Abstrahlung der Tiefen und die Ausbreitung des Schallfeldes günstig unterstützen.

Der eigentliche Verstärkerteil bildet zusammen mit dem Empfänger, einem Plattenwechsler und einem Tonbandgerät eine weitere Baugruppe. Diese Teile sind in einem kleinen teewagen ähnlichen Gehäuse zusammengefaßt, das man bequem im Zimmer umherfahren kann. Ein leicht biegsames Verbindungskabel führt zum Eckenlautsprecher, und in sehr großen Räumen kann man eine Ringleitung anordnen, die mehrere Steckdosen enthält, an die man je nach Aufstellungsort des Bediengerätes die Verbindung herstellt.

Bewußt wurde bei der Kammermusikkombination auf AM-Empfang verzichtet, denn die hohe Qualität der Anlage läßt sich nur bei modernen Schallplatten, bei Original-Tonbanddarbietungen oder Aufnahmen von UKW-Sendungen und bei UKW-Rundfunk ausschöpfen. Der eingebaute Empfänger enthält 12 Kreise und 8 Röhren. Auf die Schaltung des Niederfrequenzteiles gehen wir noch ein.

Das „Geheimnis" für beste Wiedergabe steckt zu einem guten Teil im Lautsprecher selbst. Es gilt, einen Tonbereich unverzerrt, ungeschwächt und intermodulationsfrei abzustrahlen, der nach Möglichkeit den Hörbereich des Ohres übertreffen soll. So hochgeschraubte Anforderungen erfüllen z. B. die Kino-Lautsprecher von Siemens-Klangfilm, aber es leuchtet auch ohne weiteres ein, daß sich diese riesigen „Möbel" die in der Größe fast einer Gartenlaube ähneln, nie in einem Wohnraum unterbringen lassen. Man hat deshalb für die Kammermusikkombination eine andere Lösung gefunden. **Bild 2** zeigt eine Skizze des Lautsprechergehäuses, das 10 dynamische Systeme enthält. Vier davon sind hauptsächlich für die Wiedergabe der mittleren und tiefen Töne bestimmt und haben einen Durchmesser von 25 cm. Das Gehäuse ist hinten, oben und unten vollständig abgeschlossen, die Wände bestehen aus starken Sperrholzplatten, und sie sind innen zusätzlich mit Dämpfungsplatten belegt. Durch die besondere Anordnung der Lautsprecher werden die Tiefen bis hinunter zu 30 Hz völlig gleichmäßig und resonanzstellenfrei abgestrahlt. Hierzu tragen das genau bemessene Gehäusevolumen sowie der akustische Widerstand einer Dämpfungskammer wesentlich bei. Die sechs Hochtonsysteme sind oben im Gehäuse untergebracht, und zwar so, daß ihr Strahlenkegel abwechselnd nach oben oder unten gerichtet ist. Da sie sich viertelkreisförmig um die Zimmerecke gruppieren, entsteht eine Hochton-Verteilung, wie sie besser nicht zu denken ist.

Der UKW-Empfänger, über den wir bereits kurz sprachen, ist mit Drucktastenabstimmung ausgerüstet. Vier Sender können im Innern des Gehäuses „auf Taste gelegt" werden, so daß die endgültige Bedienung des Gerätes äußerst einfach ist. Auch der Plattenwechsler ist für vollständige Drucktastenbedienung eingerichtet. Selbst beim Einzelspiel braucht man den Tonarm nicht mit der Hand aufzulegen, weil dieser Vorgang automatisch erfolgt. Pauseneinstellung und Wiederholeinrichtung sind selbstverständlich vorhanden. Das benutzte Laufwerk zeichnet sich durch große Rumpelfreiheit aus und der dynamische Tonabnehmer durch geringsten Auflagedruck. Das Bandgerät arbeitet mit 19 cm/sek im Doppelspurverfahren und beherrscht einen Frequenzbereich bis in die Gegend von 15 000 Hz.

Bild 3 zeigt die Schaltung des Nf-Teiles. Zwei Röhren EF 40 dienen zur Vorverstärkung bei Schallplattenwiedergabe. Der

Bild 1. Siemens-Kammermusik-Kombination

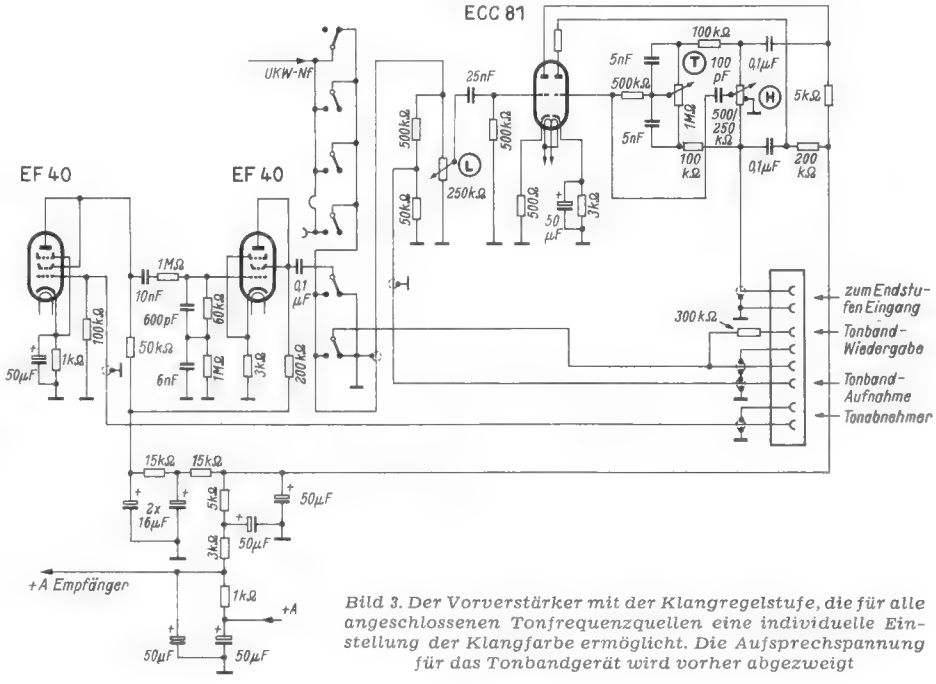


Bild 3. Der Vorverstärker mit der Klangregelstufe, die für alle angeschlossenen Tonfrequenzquellen eine individuelle Einstellung der Klangfarbe ermöglicht. Die Aufsprechspannung für das Tonbandgerät wird vorher abgezweigt

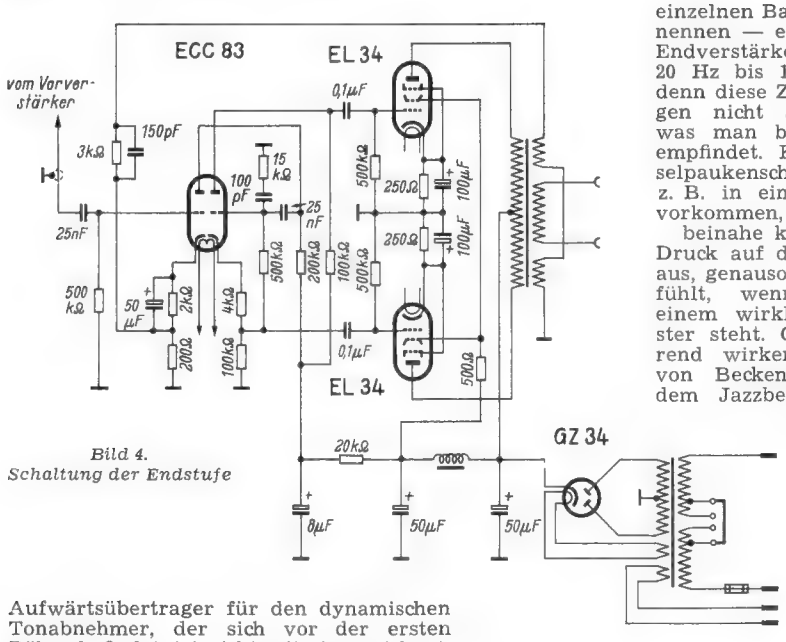


Bild 4. Schaltung der Endstufe

Aufwärtsübertrager für den dynamischen Tonabnehmer, der sich vor der ersten Röhre befindet, ist nicht mit eingezeichnet. Welche Sorgfalt auf die Schaltung verwendet wurde, geht daraus hervor, daß sich parallel zum Gitterableitwiderstand der zweiten Röhre ein Kompensationsglied befindet (kapazitiver Spannungsteiler), das eine gewisse Vorentzerrung der Schneidkennlinie bewirkt. Der Ausgang dieses Vorverstärkers führt auf die Sammelschiene des Tastenaggregates, mit dem die einzelnen Tonfrequenzquellen (Tonabnehmer, UKW, Tonbandgerät), ausgewählt werden können. Von hier aus gelangt die nunmehr für alle Spannungsquellen auf etwa gleichen Pegel gebrachte Tonfrequenz zum Lautstärkeregler L und von da zur Klangregelstufe mit der Röhre ECC 81. Parallel zu L liegt ein linearer Spannungsteiler, an dem die Aufsprechspannung für das Tonbandgerät abgenommen wird. Diese Aufsprechspannung ist also unabhängig von der Einstellung des Wiedergabe - Lautstärkereglers und der Klangregler T und H.

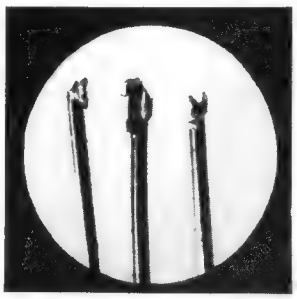
Das erste System der Doppelröhre arbeitet als normaler Nf-Verstärker mit nicht überbrücktem Katodenwiderstand. Von der Anode dieser Röhre gelangt die Tonfrequenz über ein Netzwerk für die Höhen- und Tiefenregelung zum Gitter des zweiten Systems. Die Regler sind so geschaltet, daß in der Mittelstellung ein gerader Frequenzgang entsteht. Beim Drehen nach oben werden entweder die Höhen oder die Tiefen bevorzugt, während in der entgegengesetzten Stellung durch Gegenkopplung eine Dämpfung dieser Tonbereiche auftritt. Die angewandte Schaltung hat den Vorzug, daß beim Betätigen der Regler die Grenzfrequenzen verschoben werden und daß der Anstieg oder Abfall mit konstanter Steilheit erfolgt.

Bild 4 gibt die Schaltung des Endverstärkers wieder, der auf einem besonderen Chassis Platz gefunden hat. Wie bei allen wohldurchdachten Anordnungen, so fällt auch hier die überraschende Einfachheit auf. Das erste System der Röhre ECC 83 arbeitet als normaler Verstärker und das zweite als Katodynstufe zur Phasenumkehrung. Vom Ausgangsübertrager gelangt eine Teilspannung über 3 kΩ zurück zum Fußpunkt des Katodenwiderstandes der ersten Röhre. Diese Teilspannung bewirkt eine frequenzunabhängige Gegenkopplung von 20 dB (= zehnfach). Der 150 - pF - Kondensator parallel zum Gegenkopplungswiderstand von 3 kΩ und das Höhen-Dämpfungsglied (100 pF/15 kΩ) am Gitter der zweiten Röhre verhindern Selbsterregung im Ultraschallbereich.

Die Wiedergabe mit der beschriebenen Anlage ist faszinierend. Es wäre wenig sinnvoll, nur den Frequenzbereich der einzelnen Baueinheiten zu nennen — er reicht beim Endverstärker z. B. von 20 Hz bis 100 000 Hz —, denn diese Zahlen vermögen nicht auszudrücken, was man beim Zuhören empfindet. Kräftige Kesselpaukenschläge, wie sie z. B. in eine Symphonie vorkommen, lösen einen beinahe körperlichen Druck auf den Brustkorb aus, genauso wie man ihn fühlt, wenn man vor einem wirklichen Orchester steht. Ganz frappierend wirken der Klang von Beckenschlägen mit dem Jazzbesen und der Klang der Triangel. Bei einiger Phantasie glaubt man, daß diese beiden Geräuschinstrumente „im Kasten drin sitzen", denn man ist es vom Rundfunkgerät nicht gewöhnt, diese Höhen in gleicher Eindringlichkeit zu hören. Wahrscheinlich ist das auf die Anordnung der Hochtonsysteme zurückzuführen, die wirklich den ganzen Wiedergaberaum mit Schall versorgen. Wir hatten Gelegenheit, auf dieser Kombination die Vorführplatte „Studie in Hi-Fi" (vgl. FUNKSCHAU 1955, Heft 11, Seite 234) zu hören und konnten deutlich erkennen, welchen gewaltigen Fortschritt die Wiedergabetechnik in den letzten Jahren gemacht hat. Kühne

Wicklungen tränken oder nicht?

Lötstellen in Spulenwicklungen werden bisweilen auch dann zerfressen, wenn beim Löten keine säurehaltigen Lötmittel benutzt wurden. Dabei sind wegen der Möglichkeit einer elektrolytischen Zersetzung von Gleichstrom durchflossene Wicklungen besonders gefährdet. Ferner können Lackdrähte an den unvermeidbaren Fehlerstellen (fehlerhafter Lacküberzug), die zumeist nur punktförmig auftreten, durch säurehaltige Dämpfe, ja selbst durch Spuren von Handschweiß im Laufe der Zeit zerstört werden und dann plötzlich zu scheinbar unerklärlichen Unterbrechungen führen.



Mikroaufnahme zerfressener Kupferlackdrähte

Die im **Bild** beigefügte Mikroaufnahme zeigt einige solcher Fehlerstellen an einem Kupferlackdraht von 0,12 mm Durchmesser. Hierbei handelt es sich nicht etwa um Lötstellen, sondern die Verdickungen sind Grünspanbildungen (Kupferacetat), von denen sich innerhalb einer nicht gelöteten — also fortlaufenden — Wicklung einer Drosselspule eine ganze Anzahl über die ganze Wicklung verteilt vorfand, als die plötzlich keinen Durchgang mehr zeigende Drosselspule sorgsam abgewickelt wurde. Alle diese Stellen waren zum größten Teil weitgehend zersetzt und waren fast durchwegs nur punktförmig.

Dieses Beispiel dürfte zeigen, daß Wicklungen stets getränkt werden sollten. Wenn sich der Verfasser recht erinnert, so sind solche Fehler, wie im vorbeschriebenen Falle, schon vor Jahren auch von anderer Seite häufiger an den in Fernsprechanlagen benutzten Gleichstromrelais festgestellt worden. In neuerer Zeit finden auch in manchen Empfängern Gleichstromwicklungen Verwendung und wie die Autoempfänger zeigen, finden solche Geräte durchaus nicht nur in wohltemperierter und trockener Umgebung Verwendung. Man sollte also unnötigen Fehlerquellen rechtzeitig vorbeugen und Wicklungen von Transformatoren, Drosselspulen und Relais grundsätzlich tränken. Ng.

Funktechnische Fachliteratur

Formelsammlung für den Radio-Praktiker

Von Dipl.-Ing. Georg Rose, 144 Seiten mit 170 Bildern, Band 68/70 der „Radio-Praktiker-Bücherei". Preis: kart. 4.20 DM, als Ganzleinen-Taschenband 5.60 DM. Franzis-Verlag, München.

„Wie lautet doch gleich die Formel zur Flächenberechnung eines Trapezes?" Der Radio-Praktiker, der sie braucht, um den Rauminhalt eines Eckenlautsprechers festzustellen, sucht sich vergeblich zu erinnern. Es ist lange her, daß er als Schüler mit dieser Formel zu tun hatte. In der Zwischenzeit mußte er im Beruf stets nur funktechnische Dinge berechnen. So beginnt also ein langwieriges Suchen in allen möglichen Formelsammlungen, und zum Schluß zerlegt er sein Trapez doch in Dreiecke, um auf diese etwas umständliche Weise zum Ziel zu gelangen.

So oder ähnlich ist es sicher schon manchem von uns gegangen, wenn er nach einer Formel sucht, die nur selten bei der täglichen Arbeit gebraucht wird. Hier springt helfend der neue Dreifachband der Radio-Praktiker-Bücherei ein, der alle die Formeln enthält, die der Funktechniker irgendwann einmal brauchen kann. Besonders beim Schaltungsaufbau und beim Entwurf von Geräten kommt es häufig zu Schwierigkeiten. Eine einfache Rechnung würde auftauchende Fragen schneller klären können als langwierige Versuche. Die benötigten Formeln sind aber meistens in der Fachliteratur verstreut zu finden, so daß man bisher vielfach das Experimentieren vorzog, einzig und allein, weil das Suchen der Formel noch mehr Zeit verschlungen hätte. Nachdem das benötigte Material ganz auf die Erfordernisse des Funkpraktikers abgestimmt vorliegt, bietet dieses Buch eine außerordentlich wertvolle Arbeitshilfe. Für den Lehrling stellt es eine Zusammenfassung des Unterrichtes im Fachrechnen dar und in der Gesellen- und Meisterprüfung wird gegen die Benutzung dieser Formelsammlung nichts einzuwenden sein, da absichtlich keine Zahlenbeispiele gebracht wurden. Kü.

Strahlende Atome

Von Hellmut Droscha. 72 Seiten m. zahlreichen Bildern. Orion-Bücher Band 80. Preis: 1 DM. Verlag Seb. Lux, Murnau vor München.

Von der Atomwissenschaft kennt der größte Teil der Menschheit nur die Schreckensdrohung der Atombombe. Welche wirklichen Fortschritte die Atomtechnik aber zu bieten vermag, das schildert in flüssiger und leicht verständlicher Form dieses lesenswerte Büchlein. Nach einer Einführung in das Wesen radioaktiver Isotope werden zahlreiche interessante und wenig bekannte Anwendungsbeispiele beschrieben. Dazu gehören Werkstoffprüfungen aller Art, Schneehöhenmessungen im Hochgebirge, Messung des Reifenverschleißes von Kraftwagen, Prüfungen von Rohrleitungssystemen usw. Noch weittragendere Anwendungen für radioaktive Isotope ergeben sich in der Biologie. So kann man Seuchenherde durch Markierung von verdächtigen Gegenständen mit Isotopen erforschen. Isotope dienen ferner zur Züchtung von Pflanzen, die gegen Krankheiten widerstandsfähiger sind und zum Konservieren von Lebensmitteln. So wurden damit behandelte Kartoffeln 2½ Jahre frisch und genußfähig erhalten. Hierzu rechnet auch die vielfältige Anwendung in der Medizin zur Feststellung und Heilung von Krankheiten.

Nach dem Lesen dieser Schrift versteht man erst den vorangestellten Ausspruch des Vorsitzenden der amerikanischen Atomenergiekommission, der sagte: „Wenn es uns gelingt, einen Krieg zu vermeiden, wird die Welt einer Zeit der Blüte und des Wohlstandes entgegengehen, wie sie die Menschen noch nie erlebt haben und sich bisher kaum vorzustellen wagten."

Funktechnische Arbeitsblätter

DK 621.392:518.4

Widerstandstransformation bei Leitungen

Mth 86

Buschbeck-Kreisdiagramm

3 Blätter

A. Die Entstehung des Diagramms

Für die mit einem komplexen Widerstand $\mathfrak{R}_0$ abgeschlossene Leitung gelten folgende Leitungsgleichungen:

$$\mathfrak{J} = \mathfrak{J}_0 \cdot \cos 2\pi\, l/\lambda + \frac{j \cdot \mathfrak{U}_0}{Z} \cdot \sin 2\pi\, l/\lambda$$

$$\mathfrak{U} = \mathfrak{U}_0 \cdot \cos 2\pi\, l/\lambda + j \cdot \mathfrak{J}_0 \cdot Z \cdot \sin 2\pi\, l/\lambda$$

Darin ist:

$\mathfrak{U}, \mathfrak{J}$ = Spannung und Strom an einer beliebigen Leitungsstelle

$\mathfrak{U}_0, \mathfrak{J}_0$ = Spannung und Strom an der Stelle $l = 0$

l = Leitungslänge

Z = Wellenwiderstand der Leitung

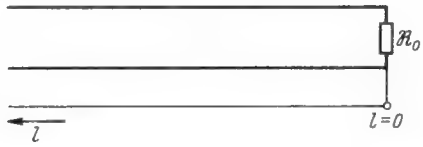


Bild 1. Die belastete Lecherleitung

Legt man den Koordinaten-Nullpunkt, wie Bild 1 zeigt, an die Anschlußstelle des Abschlußwiderstandes $\mathfrak{R}_0$, dann ist $\mathfrak{R}_0 = \frac{\mathfrak{U}_0}{\mathfrak{J}_0}$ und entsprechend

$$\mathfrak{J} = \mathfrak{J}_0 \left(\cos 2\pi\, l/\lambda + j \cdot \frac{\mathfrak{R}_0}{Z} \sin 2\pi\, l/\lambda\right)$$

$$\mathfrak{U} = \mathfrak{U}_0 \left(\cos 2\pi\, l/\lambda + j \cdot \frac{Z}{\mathfrak{R}_0} \sin 2\pi\, l/\lambda\right)$$

Dividiert man $\mathfrak{U}/\mathfrak{J}$, so erhält man den Widerstand $\mathfrak{R}$ an der betreffenden Leitungsstelle, also auch den Eingangswiderstand am Leitungseingang

$$\mathfrak{R} = \mathfrak{R}_0 \cdot \frac{1 + j \cdot \frac{Z}{\mathfrak{R}_0} \cdot \operatorname{tg} 2\pi\, l/\lambda}{1 + j \cdot \frac{\mathfrak{R}_0}{Z} \operatorname{tg} 2\pi\, l/\lambda} \qquad (1)$$

Zur Erleichterung des weiteren Rechnungsganges benutzt man die Transformationseigenschaften der Lecherleitung. In den Funktechnischen Arbeitsblättern Mth 85 ist gezeigt, wie man durch Serien- oder Parallelschaltung eines Blindwiderstandes eine Transformation nach Betrag und Phase erreichen kann (Bild 2). Jede fehlangepaßte Leitung stellt aber infolge der Teilreflexion einen Blindwiderstand dar.

Setzt man in Gleichung (1) $\mathfrak{R}_0$ als komplexen Widerstand an, so ergibt sich eine Strom- und Spannungsverteilung auf der Leitung wie in Bild 3 gezeigt.

Man kann sich jeden komplexen Widerstand durch die Summe aus einem ohmschen Widerstand und einem Blindwiderstand ersetzt denken. Im vorliegenden Fall ist der Blindwiderstand ein Leitungsstück. Somit kommt man von der Leitung l in Bild 3 zu der Leitung $l + l_0$ in Bild 3a. Anstelle des in Bild 3 im Punkte 0 angeschalteten Scheinwiderstandes $\mathfrak{R}_0$ wird (nach Bild 3a) das mit dem ohmschen Widerstand R_0 belastete Leitungsstück l_0 angeschlossen. Die Länge l_0 muß so gewählt sein, daß sich bei der gegebenen Spannungs- und Stromverteilung auf der Leitung am Ende von l_0, im Punkte A ein Strombauch ergibt. In diesem Fall tritt — vom Leitungseingang her gesehen — keine Änderung ein.

Es ist also generell möglich, durch eine solche Transformation, d. h. durch Zufügen eines Leitungsstückes, $\mathfrak{R}_0$ in R_0 zu überführen. Deshalb kann in Gleichung (1) statt mit komplexem mit reellem Abschlußwiderstand gerechnet werden.

Wird l_0 (wie in Bild 3a) so groß gemacht, daß an der Stelle A ein Strombauch liegt, so ergibt die Transformation ein $R_0 < Z$. Wird l_0 so groß gewählt, daß l_0 in einem Spannungsbauch endet, erhält man ein $R_0 > Z$.

Für Gleichung (1) wird der erstere Fall zu Grunde gelegt, dann ist

$$m = \frac{\mathfrak{U}_{min}}{\mathfrak{U}_{max}} = \frac{R_{Kmin}}{Z} = \frac{R_0}{Z} \text{ (s. FtA Wi 02/1a)}$$

$$R_0 = m \cdot Z$$

und

$$\mathfrak{R} = R + jX = Z \cdot \frac{m + j \operatorname{tg} 2\pi\, l/\lambda}{1 + jm \operatorname{tg} 2\pi\, l/\lambda} \qquad (2)$$

Der Wert für $\mathfrak{R}$ ist demnach von zwei Veränderlichen abhängig: von $m = \frac{R_0}{Z}$ und von $\frac{l}{\lambda}$

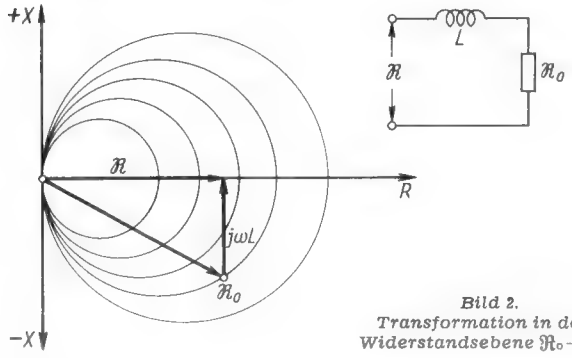


Bild 2. Transformation in der Widerstandsebene $\mathfrak{R}_0 \rightarrow \mathfrak{R}$

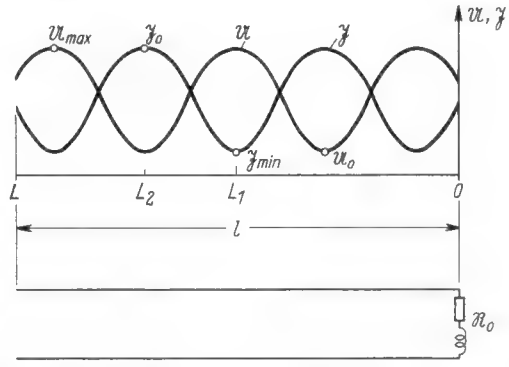


Bild 3. Spannungsverteilung auf einer Lecherleitung mit komplexem Abschlußwiderstand

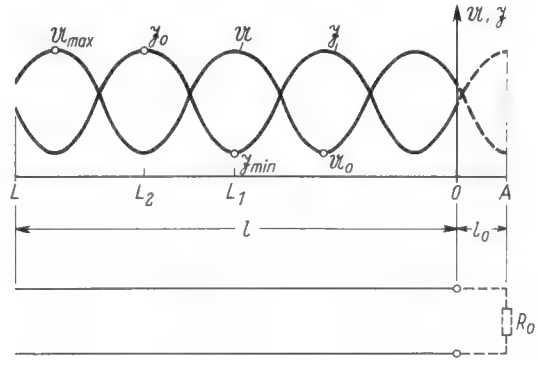


Bild 3a. Ersatz eines komplexen Widerstandes durch einen ohmschen Widerstand und ein vorgeschaltetes Leitungsstück

Von m sind die Maximal- bzw. Minimalwerte von Strom und Spannung abhängig, z. B. ist

$$\mathfrak{U}_{max} = \frac{\mathfrak{U}_o \cdot Z}{R_o} \qquad \mathfrak{J}_{min} = \frac{\mathfrak{J}_o \cdot R_o}{Z}$$

da

$$m = \frac{\mathfrak{U}_{min}}{\mathfrak{U}_{max}} = \frac{\mathfrak{J}_{min}}{\mathfrak{J}_{max}}$$

Tabelle I

m	$\frac{1}{2}\left(\frac{1}{m} + m\right)$	$\frac{1}{2}\left(\frac{1}{m} - m\right)$	K_1	K_2
0,9	1,005	0,1055	0,9	1,11
0,85	1,014	0,164	0,85	1,18
0,8	1,025	0,225	0,8	1,25
0,75	1,04	0,29	0,75	1,33
0,7	1,064	0,364	0,7	1,43
0,65	1,094	0,444	0,65	1,54
0,6	1,13	0,533	0,6	1,67
0,55	1,18	0,634	0,55	1,82
0,5	1,25	0,75	0,5	2,00
0,45	1,336	0,886	0,45	2,22
0,4	1,45	1,05	0,4	2,50
0,35	1,605	1,255	0,35	2,86
0,3	1,816	1,516	0,3	3,33
0,25	2,125	1,875	0,25	4,00
0,2	2,60	2,40	0,2	5,00
0,15	3,408	3,258	0,15	6,67
0,1	5,05	4,95	0,1	10

K_1, K_2 stellen die Schnittpunkte der Kreise mit der x-Achse dar.

Tabelle II

l/λ	$-\text{cotg}\, 4\pi\, l/\lambda$	$\frac{1}{\sin 4\pi\, l/\lambda}$	l/λ	$-\text{cotg}\, 4\pi\, l/\lambda$	$\frac{1}{\sin 4\pi\, l/\lambda}$
0,01	—7,91	7,98	0,15	0,323	1,05
0,015	—5,24	5,35	0,16	0,470	1,10
0,02	—3,89	4,02	0,17	0,634	1,18
0,025	—3,06	3,23	0,18	0,827	1,30
0,03	—2,52	2,71	0,19	1,06	1,46
0,035	—2,12	2,35	0,20	1,37	1,70
0,04	—1,82	2,07	0,21	1,82	2,07
0,045	—1,57	1,86	0,22	2,52	2,71
0,05	—1,37	1,70	0,23	3,89	4,02
0,055	—1,21	1,57	0,24	7,91	7,98
0,06	—1,06	1,46	0,25	∞	∞
0,065	—0,939	1,37			
0,07	—0,827	1,30	0,27	—3,89	—4,02
0,075	—0,724	1,23	0,29	—1,82	—2,07
0,08	—0,634	1,18	0,31	—1,06	—1,46
0,085	—0,550	1,14	0,33	—0,634.	—1,18
0,09	—0,470	1,10	0,35	—0,323	—1,05
0,095	—0,396	1,07	0,37	—0,0594	—1,002
0,1	—0,323	1,05	0,375	0	1
0,105	—0,257	1,03			
0,11	—0,191	1,02			
0,115	—0,126	1,008	0,40	0,323	—1,05
0,12	—0,0594	1,002	0,43	0,827	—1,30
0,125	0	1	0,46	1,82	—2,07
0,13	0,0594	1,002	0,49	7,98	—7,98
0,14	0,191	1,02	0,50	∞	∞

Die Tabelle ist für die Werte $l/\lambda = 0{,}01$ bis $l/\lambda = 0{,}125$ ausführlich gehalten. Für die übrigen Quadranten $l/\lambda = 0{,}125 \ldots 0{,}5$ sind nur einige Anhaltspunkte genannt, da die Zahlenwerte des ersten Quadranten sich wiederholen.

ist $\mathfrak{U}_{min} = \mathfrak{U}_{max} \cdot m = \mathfrak{U}_o \cdot \frac{Z}{R_o} \cdot \frac{R_o}{Z} = \mathfrak{U}_o$

$$\mathfrak{J}_{max} = \frac{\mathfrak{J}_{min}}{m} = \mathfrak{J}_o \cdot \frac{R_o}{Z} \cdot \frac{Z}{R_o} = \mathfrak{J}_o \qquad \text{(s. a. Bild 3).}$$

Die Abhängigkeit von l/λ ist ebenfalls an Hand von Bild 3 leicht zu ersehen, da sich ja mit l/λ der Punkt L (Anfangspunkt) verschiebt und demzufolge andere Wertpaare $\mathfrak{J}$ und $\mathfrak{U}$ im Leitungseingang gemessen werden.

Es ist deshalb für eine Darstellung in der komplexen Ebene erwünscht, Gleichungen zu erhalten, in denen jeweils nur eine der beiden Variablen auftritt.

Diese beiden Gleichungen lauten: (siehe Anhang)

a) Für die Veränderliche m:

$$\left[R - \frac{Z}{2}\left(\frac{1}{m} + m\right)\right]^2 + X^2 = \left[\frac{Z}{2}\left(\frac{1}{m} - m\right)\right]^2 \qquad (3)$$

Diese Gleichung stellt Kreise dar, deren Mittelpunkte auf der reellen (R-) Achse, und zwar im Abstand

$$\frac{Z}{2}\left(\frac{1}{m} + m\right),$$

vom Nullpunkt liegen und deren Radien

$$\frac{Z}{2}\left(\frac{1}{m} - m\right) \qquad \text{betragen.}$$

b) Für die Veränderliche l/λ

$$R^2 + \left[X + Z\,\text{ctg}\, 4\pi\, l/\lambda\right]^2 = \left[\frac{Z}{\sin 4\pi\, l/\lambda}\right]^2 \qquad (4)$$

Diese Gleichung stellt ebenfalls Kreise dar. Ihre Mittelpunkte liegen auf der imaginären (X-) Achse, im Abstand $-Z\,\text{ctg}\, 4\pi\, l/\lambda$ vom Nullpunkt.

Ihre Radien betragen $\frac{Z}{\sin 4\pi\, l/\lambda}$

B. Die Konstruktion des Diagramms (Bild 4)

Widerstandswerte bzw. Leitwerte werden nicht als absolute Größen, sondern als auf den Wellenwiderstand der Leitung bezogene Größen dargestellt, d. h. im Diagramm wird Z = 1 gesetzt.

Betrachtet man eine Widerstandsebene (R, X), so hat diese dann die Koordinaten

$$R' = \frac{R}{Z} \text{ und } X' = \frac{X}{Z}.$$

Für eine Leitwertsebene (G, Y) gelten die Koordinaten

$$G' = \frac{G}{\frac{1}{Z}} = G \cdot Z \text{ und } Y' = Y \cdot Z$$

Es ist nur zu beachten,

daß induktive Widerstände einen positiven Imaginärteil haben und deshalb nach oben gerichtet sind;

daß induktive Leitwerte einen negativen Imaginärteil haben, also nach unten gerichtet sind. Für Kapazitäten gilt das Analoge (s. a. FtA Mth 85).

Die Zählrichtung an den l/λ-Kreisen bleibt für beide Ebenen die gleiche — Zunahme im Uhrzeigersinn.

Zur Konstruktion der Kreise werden benötigt:

Für die m-Kreise:

Abstand des Kreismittelpunktes vom Nullpunkt $= \frac{1}{2}\left(\frac{1}{m} + m\right)$

Radius der Kreise $= \frac{1}{2}\left(\frac{1}{m} - m\right)$

Für die l/λ-Kreise:

Abstand der Kreismittelpunkte vom Nullpunkt $= -\text{ctg}\, 4\pi\, l/\lambda$

Radius der Kreise $= \frac{1}{\sin 4\pi\, l/\lambda}$

In Tabelle I sind die Wertepaare für die Konstruktion der m-Kreise, in Tabelle II die für die l/λ-Kreise enthalten.

C. Die Anwendung des Diagramms

Der Vergleich von Bild 3 und 3a zeigt deutlich, daß die Verhältnisse auf einer mit einem Scheinwiderstand abgeschlossenen Leitung die gleichen sind wie auf einer um l_0 verlängerten und mit R_0 abgeschlossenen Leitung.
Bevor man das Diagramm benutzt, sind
alle Widerstandswerte: R, X, Z durch Z zu dividieren,
alle Leitwerte: G, Y, $\frac{1}{Z}$ mit Z zu multiplizieren.

Die so erhaltenen, normierten Werte werden mit R', X', G', Y' bezeichnet. Es ist also: $R' = R/Z$, $Y' = Y \cdot Z$

Fall 1 (Widerstandsebene)

Gegeben sei ein Scheinwiderstand $\mathfrak{R}_A$ (Bild 5), bestehend aus dem ohmschen Widerstand R_A und dem induktiven Widerstand X_A. Da es sich hier um eine Reihenschaltung zweier Widerstände handelt, wird die Widerstandsebene R', X' benützt.

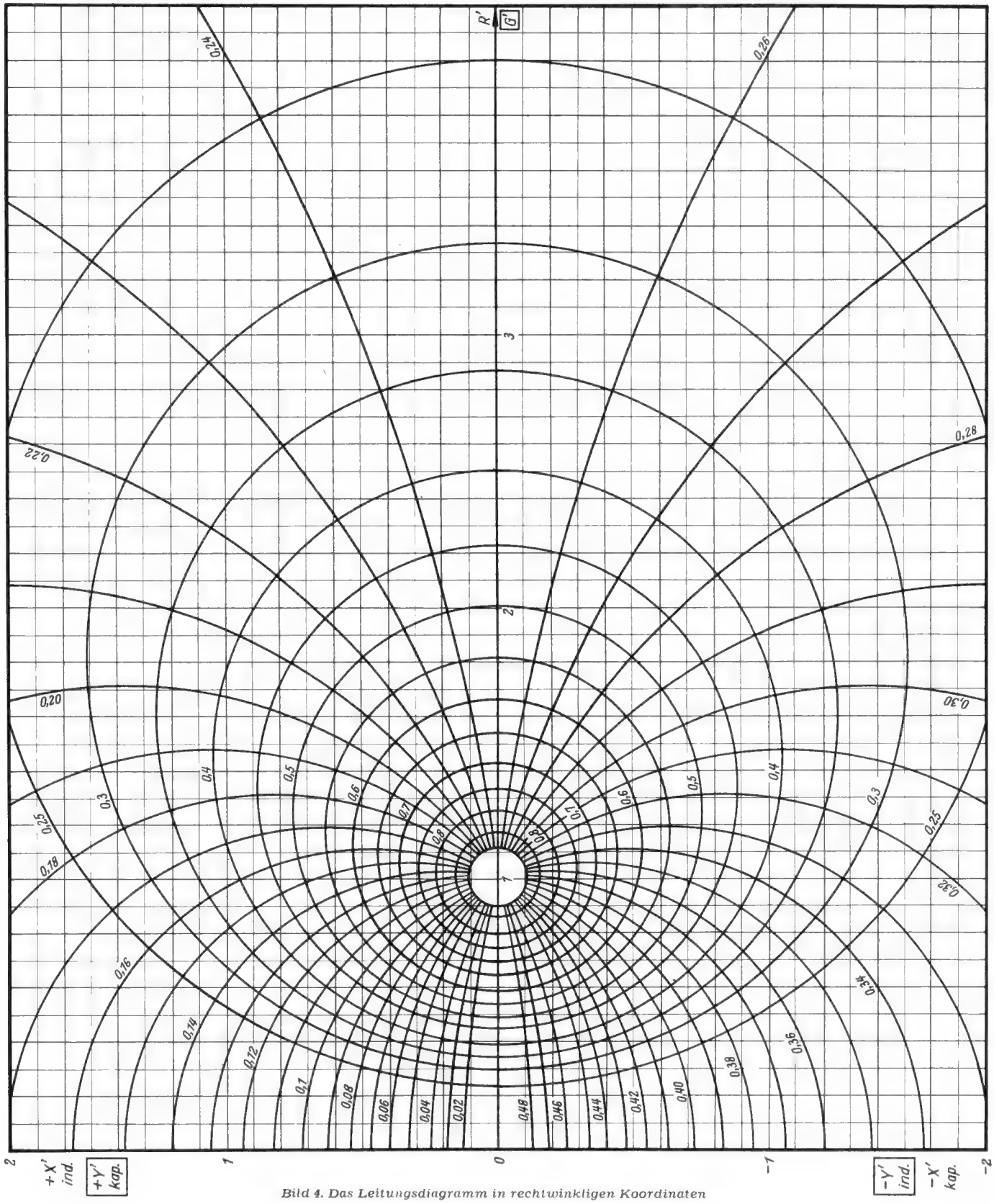


Bild 4. Das Leitungsdiagramm in rechtwinkligen Koordinaten

Die Strecke OA′ entspricht R'_A, die Strecke A′B′ X'_A. Der Endpunkt B′ liegt auf dem m-Kreis 0,42, und dem l/λ-Kreis 0,14. Es soll nun eine $\lambda/4$-Leitung vorgeschaltet werden, d. h. $l/\lambda = 0{,}25$. Dadurch wandert der Widerstandsvektor auf dem Kreis m = 0,42 = const um den Betrag $l/\lambda = 0{,}25$ in Uhrzeigerrichtung bis zu $l/\lambda = 0{,}39$. Der Punkt C′ bestimmt den Scheinwiderstand am Leitungseingang = $\mathfrak{R}'_E$, dargestellt durch eine Reihenschaltung aus $R'_E = 0{,}63$ (Strecke OD′) und einen kapazitiven Blindwiderstand $X'_E = 0{,}63$. Aus dem Diagramm in Bild 5 ist ferner noch folgendes abzulesen:

Ist die Leitung so abgestimmt, d. h. die Leitungslänge so gewählt, daß am Leitungseingang ein Schwingungsknoten sich befindet, dann ist der Eingangswiderstand rein ohmisch.

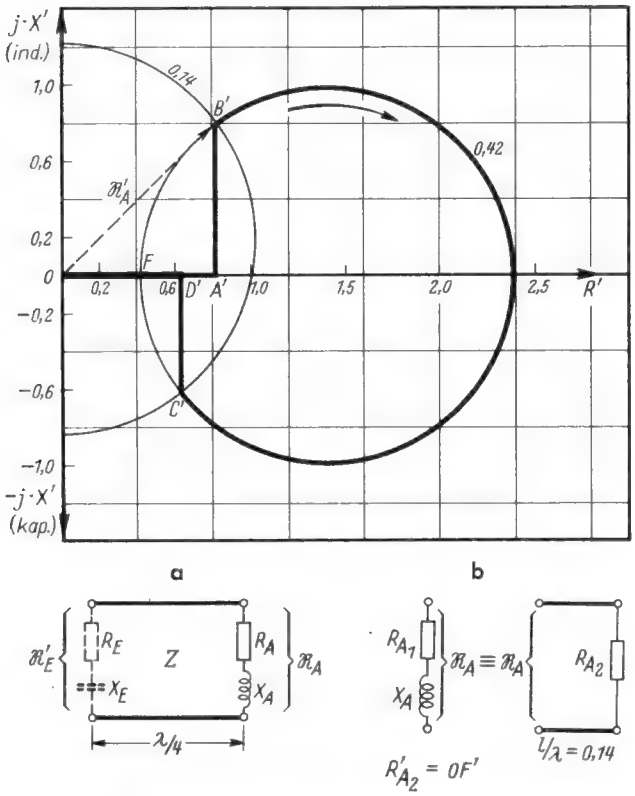
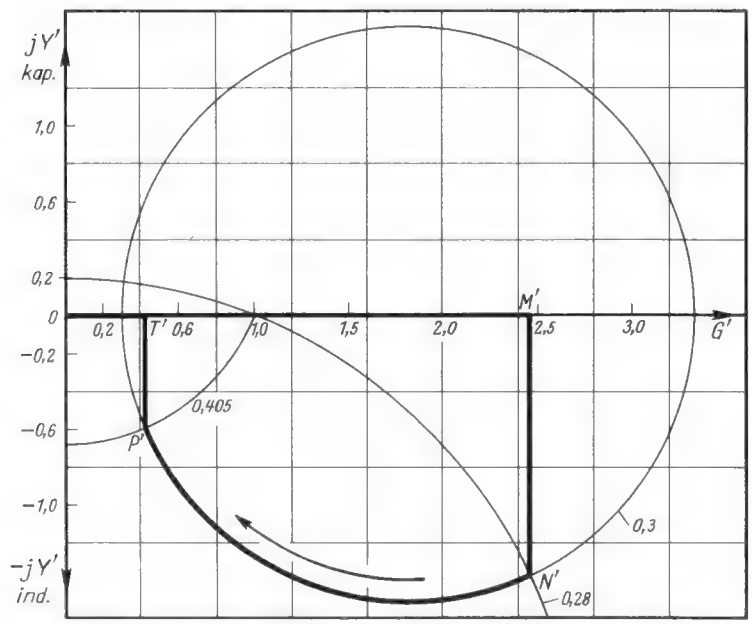


Bild 5. Transformation von $\mathfrak{R}_A$ in der Widerstandsebene

$Z = 70\ \Omega$			
$R_A = 560\ \Omega$	$X'_E = 0{,}62$	$R'_A = 8$	$X_E = 43\ \Omega$
$X_A = 560\ \Omega$	$R'_{E_{min}} = 0{,}42$	$X'_A = 8$	$R_{E_{min}} = 29{,}4\ \Omega$
$R'_E = 0{,}63$	$R'_{E_{max}} = 2{,}38$	$R_E = 44\ \Omega$	$R_{E_{max}} = 166\ \Omega$



Schwingungsknoten bedeuten:

Strommaximum u. Spannungsminimum	Stromminimum u. Spannungsmaximum
gibt $R_{E\,max}$ (Punkt L_1 in Bild 3)	gibt $R_{E\,min}$ (Punk L_2 in Bild 3)

Für das Beispiel von Bild 5 ergibt sich

$$R_{E\,min} = 29{,}4\ \Omega$$
$$R_{E\,max} = 166\ \Omega$$

und $R_{E\,max} \cdot R_{E\,min} = 29{,}4 \cdot 166 = Z^2 = 4900\ [\Omega^2]$

Wie im Abschnitt A gezeigt kann ein Scheinwiderstand durch einen reellen Widerstand (z. B. $R_0 < Z$) und ein vorgeschaltetes Leitungsstück ersetzt werden.

Das Diagramm (Bild 5) zeigt, daß man zu dem gleichen Widerstandsvektor B′ kommt, wenn man einen ohmschen Widerstand OF′ wählt und ihm die Leitungslänge $l/\lambda = 0{,}14$ vorschaltet (Bild 5a).

Kontrollrechnung

Für die beiden Komponenten von $\mathfrak{R}_E$ gelten die beiden Gleichungen (s. Anhang)

$$R = R_0 \cdot \frac{1 + \mathrm{tg}^2\, 2\pi\, l/\lambda}{1 + (m \cdot \mathrm{tg}\, 2\pi\, l/\lambda)^2}$$

$$X = Z \cdot \mathrm{tg}\, 2\pi\, l/\lambda \cdot \frac{1 - m^2}{1 + (m \cdot \mathrm{tg}\, 2\pi\, l/\lambda)^2}$$

Setzt man in beide Gleichungen ein:

$R_0 = R_{E\,min} = 29{,}4\ \Omega$ $\qquad l/\lambda = 0{,}39$

$m = 0{,}42$ $\qquad Z = 70\ \Omega$

$\mathrm{tg}\ 2\pi\ 0{,}39 = \mathrm{tg}\ 140^\circ = -\mathrm{tg}\ 40^\circ = -0{,}84$

so erhält man:

$$R = 29{,}4 \cdot \frac{1 + 0{,}7}{1 + 0{,}124} = 44\Omega$$

$$X = 70\,(-0{,}84) \cdot \frac{1 - 0{,}176}{1 + 0{,}124} = 43\Omega$$

Fall 2 (Leitwertebene)

Gegeben ist eine Parallelschaltung aus zwei Widerständen R_A und X_A (induktiv) Bild 6. Man benutzt deshalb die Leitwertebene und verwandelt die Widerstände in Leitwerte.

In Bild 6 entspricht dann OM′ dem Wert G'_A und M′N′ dem Wert Y'_A.

Der Punkt N′ liegt auf dem m-Kreis 0,3 und dem l/λ-Kreis 0,28. Es wird eine $\lambda/8$-Leitung vorgeschaltet. Dementsprechend bewegt sich der Leitwertsvektor auf dem m-Kreis 0,3 im Uhrzeigersinn bis zu $l/\lambda = 0{,}405$. Der Punkt P′ ergibt den Scheinleitwert am Leitungsanfang. Seine Komponenten sind G'_E gegeben durch die Strecke OT′ und Y'_E durch die Strecke T′ P′.
Macht man das vorgeschaltete Leitungsstück nicht $\lambda/8$, sondern $l/\lambda = 0{,}22$ groß, dann wird der Eingangsleitwert ohmisch und erhält mit G_{Emin} seinen Kleinstwert; schaltet man vor $\mathfrak{G}_A$ eine Leitungslänge von $l/\lambda = 0{,}47$, so ergibt sich der größte (ohmsche) Eingangsleitwert G_{Emax}.

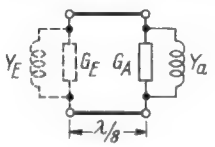


Bild 6. Transformation von $\mathfrak{G}_A$ in der Leitwertsebene

$Z = 70\ \Omega$	$G'_{E_{max}} = 3{,}33$	$G_{E_{min}} = 4{,}3\ mS$
$R_A = 28{,}7\ \Omega$	$R_{E_{min}} = 21\ \Omega$	$G_{E_{max}} = 47{,}6\ mS$
$X_A = 50{,}8\ \Omega$	$G_A = 34{,}8\ mS$	$R_{E_{max}} = 234\ \Omega$
$G'_E = 0{,}42$	$Y_A = -19{,}7\ mS$	$G'_A = 2{,}44$
$Y'_E = -0{,}6$	$G_E = 6\ mS$	$Y'_A = 1{,}38$
$G'_{E_{min}} = 0{,}3$	$Y_E = 8{,}6\ mS$	

D. Die Transformationsmöglichkeit

1) Bei reellem Abschlußwiderstand R_A

Wie das Kreisdiagramm (Bild 4) zeigt, kann ein solcher Widerstand nur nach einer Richtung hin transformiert werden.

Der Transformationsbereich ist um so größer, je stärker R_A von Z abweicht,

d. h. also:

Ist $R_A = 5\,Z$, dann ist $R_{Emin} = \frac{Z}{5}$

Ist $R_A = \frac{Z}{3}$, dann ist $R_{Emax} = 3\,Z$

Ist $R_A = 10\,Z$, dann ist $R_{Emin} = \frac{Z}{10}$

2) bei komplexem Abschluß $\mathfrak{R}_A$

Aus dem Kreisdiagramm ist folgendes abzulesen:

Eine Transformation ist nach beiden Richtungen möglich. Der Transformationsbereich ist um so größer, je stärker der Betrag von $\mathfrak{R}_A$, also $|\mathfrak{R}_A|$, von Z abweicht, und je größer der Phasenwinkel von $\mathfrak{R}_A$ ist.

D. h. also:

Ist $\mathfrak{R}_A = 2{,}6\,Z + j\,1{,}8\,Z$, somit $\underline{\varphi = 34{,}7^0}$, $\underline{|\mathfrak{R}_A| = 3{,}16\,Z}$

dann ist $R_{Emin} = 0{,}25\,Z$ und $R_{Emax} = 4\,Z$

Ist $\mathfrak{R}_A = 4\,Z + j\,2{,}75\,Z$ somit $\varphi = 34{,}7^0$, $\underline{|\mathfrak{R}_A| = 4{,}85\,Z}$

dann ist $R_{Emin} = 0{,}167\,Z$ und $R_{Emax} = 6\,Z$

Ist $\mathfrak{R}_A = 1{,}8\,Z + j\,2{,}6\,Z$ somit $\underline{\varphi = 55{,}3^0}$, $|\mathfrak{R}_A| = 3{,}16\,Z$

dann ist $R_{Emin} = 0{,}167\,Z$ und $R_{Emax} = 6\,Z$

E. Erweiterung des Transformationsbereichs

In Abschnitt D ist gezeigt, daß der Transformationsmöglichkeit Grenzen gesetzt sind, wenn man lediglich mit vorgeschalteten Leitungsstücken verschiedener Länge arbeitet. Eine Vergrößerung der Transformationsmöglichkeit ist aber jederzeit gegeben, wenn man einen Blindwiderstand parallel schaltet. In Bild 7 ist diese Maßnahme grundsätzlich erläutert. Gegeben ist $\mathfrak{G}_A$ (Punkt A). Die Transformation soll so erfolgen, daß sich ein G_E (Punkt B) ergibt. Der durch A gehende m-Kreis schneidet aber die x-Achse in dem zu kleinen Wert G'_E (Punkt C). Durch Parallelschalten eines Blindleitwertes läßt sich nun diese Forderung z. B. in folgender Weise erfüllen:

Man schaltet vor $\mathfrak{G}_A$ das Leitungsstück l_1/λ, damit erscheint am Eingang von l_1/λ der durch Punkt D definierte Leitwert. Ihm schaltet man den kapazitiven Leitwert y parallel. Dadurch verschiebt sich der Vektor in der Leitwertsebene von D auf E. Der durch E gehende m-Kreis schneidet aber, wie verlangt, die x-Achse in B. Es ist deshalb nur noch das Leitungsstück l_2/λ vor l_1/λ zu schalten, um der Aufgabe zu genügen.

In der Leitungstechnik werden diese parallel zu schaltenden Blindleitwerte durch Stichleitungen dargestellt.

Der Eingangswiderstand (-Leitwert) solcher Stichleitungen (als verlustlos angenommen) ist:

bei einer am Ende kurzgeschlossenen Stichleitung:

$$X_E = Z \cdot \operatorname{tg} 2\pi\, l/\lambda; \quad Y_E = \frac{1}{Z} \cdot \operatorname{cotg} 2\pi\, l/\lambda$$

bei einer am Ende offenen Stichleitung:

$$X_E = Z \cdot \operatorname{cotg} 2\pi\, l/\lambda; \quad Y_E = \frac{1}{Z} \cdot \operatorname{tg} 2\pi\, l/\lambda$$

In Bild 8 sind für beide Fälle die X_E-Werte dargestellt.

Aus diesem Bild läßt sich die benötigte Länge einer Stichleitung bestimmen.

Bei diesen Transformationsaufgaben empfiehlt es sich, mit möglichst kleinen Leitungslängen zu arbeiten und Strombäuche zu vermeiden. Die Leitungen sind ja nicht verlustlos, sondern es entstehen vornehmlich Stromwärmeverluste. Damit gilt auch das Leitungsdiagramm nicht mehr exakt, denn es ist unter der Voraussetzung aufgestellt, daß die Leitung selbst verlustfrei ist.

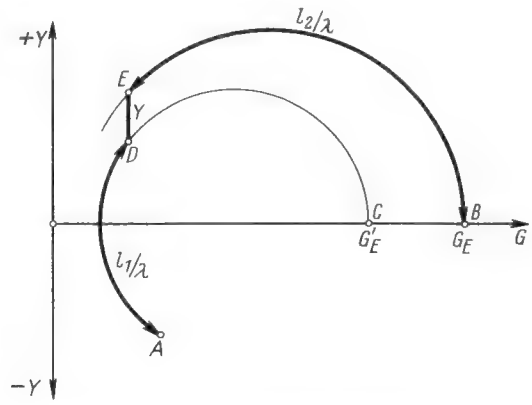


Bild 7. Vergrößerung des Transformationsbereiches durch einen parallel geschalteten Blindwiderstand

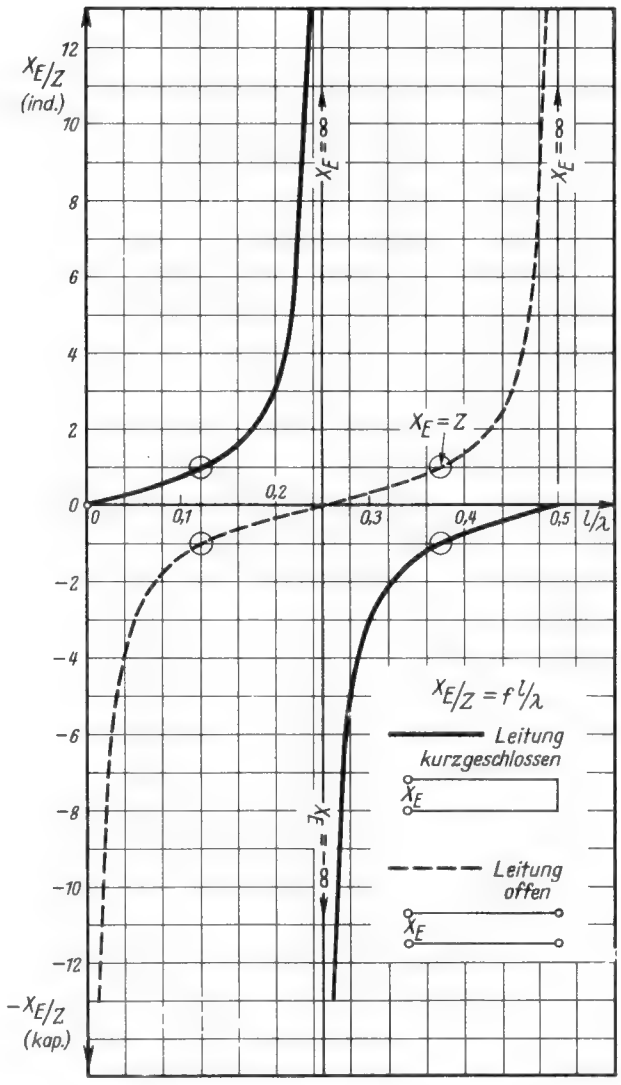


Bild 8. Die Eingangsblindwiderstände von kurzgeschlossenen und offenen Lecherleitungen

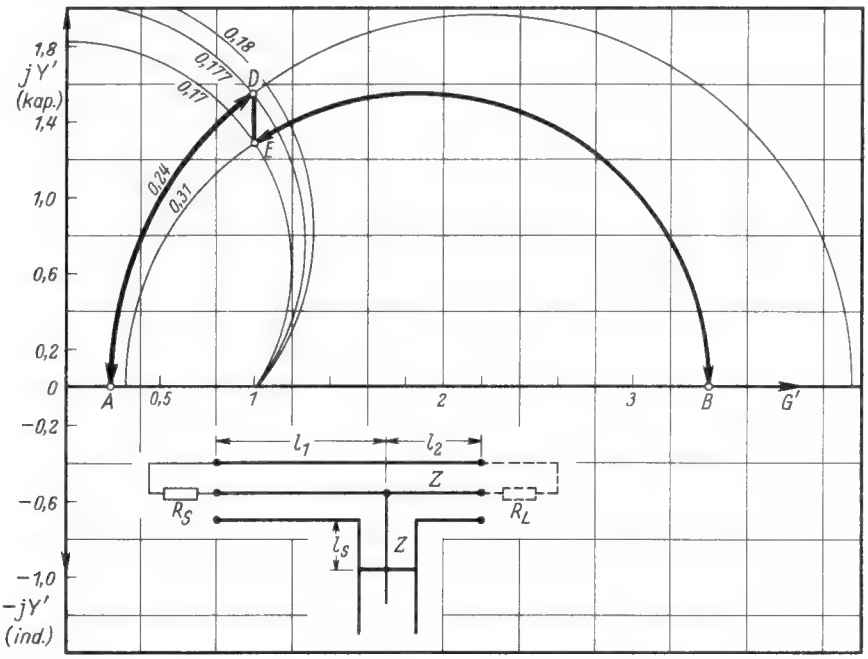


Bild 9. Transformation unter Zuhilfenahme einer Stichleitung

Der Widerstand von 1000 Ω ist in der Leitwertsebene durch den Punkt

$$A\left(\frac{240}{1000} = 0{,}24\right)$$

gegeben. Er liegt auf dem m-Kreis 0,24. Man schaltet nun ein solches Leitungsstück vor, daß man sich von A nach D auf diesem m-Kreis bewegt. Seine Länge sei:

$$l_1/\lambda = 0{,}177.$$

In D ist ein y von

$$1{,}55 - 1{,}28 = 0{,}27 \text{ (ind)}$$

parallel zu schalten, damit der Leitwertsvektor nach E verschoben wird. E liegt auf dem m-Kreis 0,31. Dieser schneidet die x-Achse in Punkt B bei

$$\frac{1}{m} = 3{,}4;\ \text{d.h. } R = \frac{Z}{3{,}4} = 70\ \Omega.$$

Um von E auf B zu kommen ist das Leitungsstück

$$l_2/\lambda = 0{,}25 - 0{,}17 = 0{,}08$$

vor l_1/λ zu schalten.

Beispiel zu E (Bild 9)
Ein Senderausgang von 1000 Ω (R_S) sei mit Hilfe einer 240-Ω-Leitung auf einen reellen Widerstand von 70 Ω (R_L) zu transformieren.

Der induktive Blindleitwert y = 0,27 wird durch eine an einem Ende kurzgeschlossene Stichleitung von $l_S/\lambda = 0{,}04$ (nach Bild 8) dargestellt. Die Stichleitung habe den gleichen Wellenwiderstand Z wie die Hauptleitung.

Anhang

Berechnung von Gleichung 3 und 4 aus Gleichung 2.

$$\mathfrak{R} = Z \cdot \frac{m + jp}{1 + jmp} \qquad p = \operatorname{tg} 2\pi\, l/\lambda$$

$$\mathfrak{r} = \frac{\mathfrak{R}}{Z} = \frac{m + jp}{1 + jmp} = \frac{m(1 + p^2) + jp(1 - m^2)}{1 + m^2 p^2} = r + jx$$

$$r = \frac{m(1 + p^2)}{1 + m^2 p^2}; \qquad x = \frac{p(1 - m^2)}{1 + m^2 p^2}$$

1.) Gleichung, in der nur die Veränderliche m enthalten ist.

$$\frac{r(1 + m^2 p^2)}{m} = 1 + p^2$$

$$p^2 = -\frac{1 - r/m}{1 - r \cdot m};\quad 1 + m^2 p^2 = \frac{1 - m^2}{1 - rm}$$

$$x^2 = (-m + r)\left(\frac{1}{m} - r\right)$$

Anstelle von r setzt man: $r = r' + \varrho$ und bestimmt ϱ so, daß $\varrho - m = \frac{1}{m} - \varrho$, dann ist $\varrho = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{m} + m\right)$

$$x^2 = (\varrho - m + r')\left(\frac{1}{m} - \varrho - r'\right)$$

$$x^2 = \left[\frac{1}{2}\left(\frac{1}{m} - m\right) + r'\right]\left[\frac{1}{2}\left(\frac{1}{m} - m\right) - r'\right]$$

$$x^2 + r'^2 = \frac{1}{4}\left(\frac{1}{m} - m\right)^2$$

$$\left| x^2 + \left[r - \frac{1}{2}\left(\frac{1}{m} + m\right)\right]^2 = \frac{1}{4}\left(\frac{1}{m} - m\right)^2 \right|$$

$$x = \frac{X}{Z};\ r = \frac{R}{Z}$$

2.) Gleichung, in der nur die Veränderliche p enthalten ist.

$$x = \frac{p - p m^2}{1 + p^2 m^2}$$

$$m^2 = \frac{1 - x/p}{1 + xp};\quad 1 + m^2 p^2 = \frac{1 + p^2}{1 + xp}$$

$$r^2 = (p - x)\left(\frac{1}{p} + x\right)$$

Anstelle von x setzt man: $x = x' + k$ und bestimmt k so, daß $p - k = \frac{1}{p} + k$, dann ist $k = \frac{1}{2}\left(p - \frac{1}{p}\right)$.

$$r^2 = (p - x' - k)\left(\frac{1}{p} + x' + k\right)$$

$$r^2 = \left[\frac{1}{2}\left(p + \frac{1}{p}\right) - x'\right]\left[\frac{1}{2}\left(p + \frac{1}{p}\right) + x'\right]$$

$$r^2 + x'^2 = \frac{1}{4}\left(p + \frac{1}{p}\right)^2$$

Nun ist: (s. a. FtA Mth 21/1)

$$\frac{1}{2}\left(p + \frac{1}{p}\right) = \frac{1}{2}\left(\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} + \frac{\cos\alpha}{\sin\alpha}\right) = \frac{1}{2}\left(\frac{\sin^2\alpha + \cos^2\alpha}{\cos\alpha \cdot \sin\alpha}\right) = \frac{1}{\sin 2\alpha}$$

$$\alpha = 2\pi\, l/\lambda$$

$$k = \frac{1}{2}\left(p - \frac{1}{p}\right) = \frac{1}{2}\left(\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} - \frac{\cos\alpha}{\sin\alpha}\right) = \frac{1}{2}\left(\frac{\sin^2\alpha - \cos^2\alpha}{\sin\alpha \cdot \cos\alpha}\right)$$

$$= -\frac{\cos 2\alpha}{\sin 2\alpha} = -\operatorname{cotg} 2\alpha$$

$$\left| r^2 + \left[x + \operatorname{cotg} 4\pi\, l/\lambda\right]^2 = \frac{1}{\sin^2 4\pi\, l/\lambda} \right|$$

$$x = \frac{X}{Z};\ r = \frac{R}{Z}.$$

Schrifttum

Funktechnische Arbeitsblätter Sk 86 und 87, Eigenschaften von Lecherleitungen.

O. Limann, Hochfrequenzleitungen, FUNKSCHAU 1954, Heft 13/263. 14/300, 15/331, 16/349, 17/370

Funktechnische Arbeitsblätter

DK 621.372.41:518.4

Sk 03

2 Blätter

Frequenzänderung absolut und prozentual

A. Ermittlung von Bandbreite, Dämpfung, Frequenzabstand und Frequenzänderung

Das auf Blatt 2 folgende Diagramm erlaubt die direkte Ablesung der Lösung folgender Aufgaben:

1) Wie groß ist die Bandbreite $\Delta f_{0,7}$ eines Kreises bei gegebener Dämpfung d und für die Resonanzfrequenz f_0?

Beispiel: Kreisdämpfung d = 0,8%, Resonanzfrequenz f_0 = 480 kHz, Ablesung auf der linken, inneren Skala A: Bandbreite = 3,85 kHz.

2) Wie groß ist die Dämpfung d eines Kreises bei bekannter Bandbreite $\Delta f_{0,7}$ und für die Resonanzfrequenz f_0?

Beispiel: Gemessene Bandbreite 80 kHz, Resonanzfrequenz 10,7 MHz, Ablesung nach Skala B: Dämpfung = 0,75%.

3) Wie groß ist der absolute Frequenzabstand Δf bei bekanntem relativem Frequenzabstand $\Delta f/f_0$ und gegebener Trägerfrequenz f_0?

Beispiel: Relativer Frequenzabstand 3%, Resonanzfrequenz 1,6 MHz. Ablesung nach Skala A: absoluter Frequenzabstand 48 kHz.

4) Wie groß ist der relative Frequenzabstand $\Delta f/f_0$ bei bekanntem absolutem Frequenzabstand Δf und gegebener Resonanzfrequenz f_0?

Beispiel: Absoluter Frequenzabstand 9 kHz, Resonanzfrequenz 600 kHz. Ablesung nach Skala A: relativer Frequenzabstand 1,5%.

5) Wie groß ist die absolute Frequenzänderung Δf bei gegebener prozentualer Kapazitäts- (oder Induktivitäts-)-Änderung $\Delta C/C_0$ eines Resonanzkreises und gegebener Resonanzfrequenz f_0?

Beispiel: Kapazitätsänderung im Schwingkreis durch Röhrenwechsel maximal 1,2%. Resonanzfrequenz 30 MHz. Ablesung auf Skala A, rechter Rand (!). Auftretende maximale Frequenzabweichung: 18 kHz.

6) Wie groß ist die prozentuale Kapazitäts- (oder Induktivitäts-)-Änderung $\Delta C/C_0$ oder $\Delta L/L_0$ bei vorgegebener absoluter Frequenzabweichung Δf und bekannter Resonanzfrequenz f_0?

Beispiel: Zulässige Frequenzänderung 12 kHz bei 90 MHz. Prozentuale Änderung der Induktivität nach Skala B, rechter Rand (!): 0,27 % zulässig.

Diese Änderung kann z. B. durch den Temperaturkoeffizienten (siehe FTA, Sk 11) bei Erwärmung der Spule hervorgerufen sein. Bei einer angenommenen Temperaturerhöhung von 20° C darf der TK also maximal betragen:

$$\frac{0{,}27 \cdot 10^{-3}}{20} = 13{,}5 \cdot 10^{-6}.$$

B. Erweiterung der Bereiche des Diagrammes

1) Erweiterung des Resonanzfrequenzbereiches

Werden die Abszissenwerte mit einem Faktor F multipliziert oder dividiert, so müssen die Ordinatenwerte mit dem gleichen Faktor multipliziert oder dividiert werden.

Beispiel: Erweiterung bis herunter zur Resonanzfrequenz 10 kHz.

Abszisse: Die Werte für die Resonanzfrequenz werden auf Skala B durch 1000 dividiert, d. h. an Stelle der Bezeichnung „MHz" tritt die Bezeichnung „kHz".

Ordinate: Auf Skala B werden die Werte für die absolute Frequenzabweichung ebenfalls durch 1000 dividiert, d. h. an Stelle der Bezeichnung „kHz" tritt „Hz" und an Stelle von „MHz" tritt „kHz".

Ablesebeispiel: Gesucht Bandbreite bei einer gegebenen Dämpfung von 5 % und einer Resonanzfrequenz von 30 kHz. Nach der angegebenen Vorschrift ergibt sich auf Skala B eine Bandbreite von 1,5 kHz.

2) Erweiterung des Prozentbereiches

a) Resonanzfrequenz gegeben.
Wird die Prozentzahl mit dem Faktor k multipliziert oder dividiert, so sind die Werte der absoluten Frequenzabweichung mit dem gleichen Faktor k zu multiplizieren oder dividieren.

b) Absolute Frequenzabweichung gegeben.
Wird die Prozentzahl mit dem Faktor K multipliziert, so ist die Resonanzfrequenz durch den Faktor K zu dividieren. Wird die Prozentzahl dividiert, so ist die Resonanzfrequenz zu multiplizieren.

Beispiel zu 2a: Resonanzfrequenz 400 MHz, relative Frequenzänderung $3 \cdot 10^{-5}$ (0,03 ‰). Wir benutzen die vorhandene Linie 0,3 ‰ und dividieren Prozentzahl und abgelesene absolute Frequenzänderung durch 10. Ergebnis: 12 kHz.

3) Zwischenwerte zwischen den eingezeichneten Prozentzahlen erhält man leicht, indem man ein (zweckmäßig durchsichtiges) Lineal parallel zu den eingezeichneten Linien anlegt und entsprechend verschiebt. Die richtige Einstellung läßt sich am linken Rand ablesen.

C. Definition von Bandbreite, Dämpfung, Verstimmung usw.

1) Bandbreite $\Delta f_{0,7}$ (siehe auch Funktechnische Arbeitsblätter Sk 21, Blatt 2 und Sk 01, Blatt 1). Der in Sk 21, Blatt 2, Abschnitt C, Bild 6 mit Δf bezeichnete Frequenzbereich, der zwischen den Werten $1/\sqrt{2} \cdot U_{max}$ der Resonanzkurve eingeschlossen ist, heißt Bandbreite und wird hier mit $\Delta f_{0,7}$ bezeichnet.

Anmerkung 1: In manchen Veröffentlichungen wird die Bandbreite mit $2\Delta f$ bezeichnet. Δf ist in diesem Falle dann gleich dem Frequenzbereich, in dem die Spannung am Kreis vom Maximalwert auf den $1/\sqrt{2}$fachen Maximalwert absinkt, also gleich der halben Bandbreite.

2) Dämpfung d (siehe Funktechnische Arbeitsblätter Sk 01, Blatt 1 und Sk 21).

Die Kreisdämpfung läßt sich aus der Bandbreite errechnen, ihr Zahlenwert ist gleich der auf die Resonanzfrequenz bezogenen Bandbreite

$$d = \frac{\Delta f_{0,7}}{f_0} \quad \text{oder in \%:}$$

$$d_{(\%)} = \frac{\Delta f_{0,7}}{f_0} \cdot 100$$

Beispiel: Bandbreite 15 kHz, Resonanzfrequenz 3 MHz:

$$\text{Dämpfung } d = \frac{15}{3000} = 0{,}005 \text{ oder}$$

$$d = \frac{1500}{3000} = 0{,}5\ \%,$$

siehe Diagramm, Skalen A.

3) Verstimmung v (siehe Funktechnische Arbeitsblätter Sk 01, Blatt 1a, Sk 21, Blatt 2, Sk 41, Blatt 1).

Die genaue Formel für die Verstimmung lautet:

$$v = \frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} = \frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f}$$

$$\text{oder } v = \frac{f - f_0}{f_0} \cdot \frac{f + f_0}{f}$$

Die angenäherte Formel lautet:

$$v \approx 2\,\frac{\omega - \omega_0}{\omega_0} \approx 2\,\frac{f - f_0}{f_0}$$

$$\text{oder } v \approx \frac{2\Delta f}{f_0}$$

(siehe Sk 41/1, gültig für kleine Verstimmung, d. h. $f \sim f_0$).

Darin bedeuten: f_0 = Resonanzfrequenz,

f = eine beliebige, von der Resonanzfrequenz verschiedene Frequenz,

Δf = die Frequenzdifferenz (-abweichung) zwischen der beliebigen Frequenz und der Resonanzfrequenz $(f - f_0)$.

(Achtung! Δf nicht mit der Bandbreite $\Delta f_{0,7}$ verwechseln!)

Die Verstimmung v ist also (angenähert) gleich der doppelten auf die Resonanzfrequenz bezogenen Frequenzabweichung.

4) Normierte Verstimmung Ω (siehe Funktechnische Arbeitsblätter Sk 41, Blatt 1).

Hierunter versteht man die auf die Kreisdämpfung d bezogene Verstimmung v:

$$\Omega = \frac{v}{d} = \frac{1}{d} \cdot \frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f}$$

(genaue Formel)

$$\text{oder } \Omega \approx \frac{2\Delta f}{d \cdot f_0} \text{ und mit } d = \frac{\Delta f_{0,7}}{f_0}$$

$$\Omega \approx \frac{2\Delta f}{\Delta f_{0,7}}$$

(angenäherte Formeln).

Aus dieser letzten Formel ist die Bedeutung der normierten Verstimmung für Selektionsbestimmungen usw. besonders klar ersichtlich: Eine beliebige Frequenzabweichung Δf wird ins Verhältnis gesetzt zu der Frequenzabweichung, für die die Resonanzkurve auf den $1/\sqrt{2}$fachen Maximalwert abfällt.

Anmerkung 2: Für den in Anmerkung 1 erwähnten Fall, daß die Bandbreite mit $2\Delta f_{0,7}$ bezeichnet wird, lautet die Formel für die normierte Verstimmung

$$\Omega \approx \frac{2\Delta f}{2\Delta f_{0,7}} \approx \frac{\Delta f}{\Delta f_{0,7}}$$

Beispiele für die Rechnung mit der normierten Verstimmung siehe Funktechnische Arbeitsblätter Sk 41, Blatt 1.

5) Relative und absolute Frequenzänderung. Eine beliebige Frequenzabweichung von der Resonanzfrequenz soll hier nicht als „Verstimmung" bezeichnet werden, da diesem Begriff laut Abschnitt C 3 dieses Arbeitsblattes eine besondere Definition eigen ist. Sie ist in Text und Diagramm daher mit „Frequenzänderung" oder „Frequenzabweichung" bezeichnet worden. Die relative Frequenzänderung ist die auf die Resonanzfrequenz bezogene Frequenzänderung: $\Delta f/f_0$.

Der (angenäherte) Wert der Verstimmung (definiert nach C 3) ergibt sich daraus zu $2\Delta f/f_0$, er ist also doppelt so groß wie die relative Frequenzänderung.

Das ist bei Selektionsbestimmungen zu beachten!

Beispiel: Die Selektion gegen einen um 9 kHz von der Empfangsfrequenz (950 kHz) entfernt liegenden Störsender ist zu bestimmen. Die Kreisdämpfung beträgt 0,8 %. Absolute Frequenzabweichung 9 kHz. Resonanzfrequenz 950 kHz. Nach dem Diagramm ergibt sich die relative Frequenzabweichung zu 0,95 %. Die Verstimmung v ist nach oben Gesagtem:

$v = 2 \cdot 0{,}95 = 1{,}9\ \%$.

Dann ist die normierte Verstimmung

$$\Omega = \frac{v}{d} = \frac{1{,}9}{0{,}8} = 2{,}37.$$

Aus dem Verlauf der normierten Resonanzkurve für den Einzelkreis (Sk 41, Blatt 2, Bild 4) läßt sich die Selektion bestimmen.

Aus der Welt des Funkamateurs

8-Element-Richtantenne

Von Ing. Jos. Reithofer DL6MH

Scharfbündelnde Richtantenne mit Reflektorwand für das 2-m-Band, mit Maßangaben für UKW-Rundfunk und mehrere Fernsehkanäle

Für die ernsthafte Arbeit auf dem 2-m-Band ist die Antenne das wichtigste Glied der gesamten Anlage. Diese Binsenwahrheit wird von vielen Kurzwellen-Amateuren zu wenig ernst genommen. Dies ist auch der Grund weshalb mancher KW-Amateur, der voll von Ärger über die Zustände auf dem 80-m-Band in das 2-m-Band umsteigt, dort nach kurzer Zeit schon wieder die Freude verliert. Auf Kurzwelle, besonders auf dem 80-m-Band genügt oft schon ein kurzes Stück Draht, das zum Fenster „rausgehängt" wird, um damit Hunderte von Kilometern überbrücken zu können. Das geht im 2-m-Band auf keinen Fall. Hier ist, um Erfolge erzielen zu können, neben einer entsprechenden Sender- und Empfängereinrichtung eine gute Antenne unerläßlich. Dies um so mehr, wenn die Lage der Station für die Ausbreitung der UKW ungünstig ist.

Wenn bei der vorliegenden Beschreibung auch die Dimensionen für die Bänder des UKW-Rundfunks und für einige Kanäle des Fernsehens angegeben werden, so geschieht das, um den Praktikern auf diesen Bändern die Möglichkeit zu geben, sich für ihre Zwecke eine Antenne zu bauen, die in der Leistung über dem üblichen Durchschnitt liegt. Die Breitbandigkeit der beschriebenen Antenne ermöglicht es zwar, sie auch für UKW-Rundfunk oder für Fernsehen zu verwenden. Jedoch ist

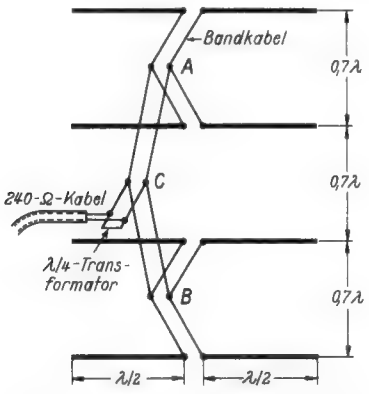


Bild 1. Schematische Darstellung des 8-Element-Richtstrahlers

zu berücksichtigen, daß in diesem Falle für diese Bänder keine optimale Verstärkung zu erzielen ist. Soll die Antenne nur für e i n bestimmtes Band verwendet werden, so wird geraten, sie auch nur für dieses eine Band zu bemessen.

Vom Verfasser wurden hauptsächlich für das 2-m-Band bereits viele Antennensysteme gebaut und über größere Zeiträume erprobt. So wurde vor einigen Jahren eine 48-Element-Antenne gebaut und längere Zeit im Betrieb verwendet. In diesem komplizierten Antennensystem waren drei Anpaßglieder vorhanden, deren erstmaliger Abgleich erhebliche Mühe bereitete. Durch Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen änderte sich die gesamte Anpassung so stark, daß die große Leistung oft in Frage gestellt war. Daher reifte der Gedanke, ein Antennengebilde zu schaffen, das Überdurchschnittliches leistet, einfach anzupassen und stabil aufzubauen ist.

Für eine große Empfangsleistung, das ist für die Verwendung als Fernsehantenne wichtig, ist die Frontfläche der Antenne von besonderer Bedeutung. Nicht die Anzahl der Elemente allein ist der Maßstab für die Verstärkung, sondern die Fläche, die gewissermaßen von der Wellenfront herausgeschnitten wird. Man könnte die Antenne etwa mit einem Trichter vergleichen, dann ist der Drang nach einer großen „Auffangfläche" besser verständlich.

Wie aus dem Schema der Antenne in **Bild 1** und aus der Gesamtansicht in **Bild 2** zu ersehen ist, werden nur 8 Elemente benützt. Diese 8 Elemente sind im Abstand von $^1/_5$ der Wellenlänge (0,2 λ) vor einer Reflektorwand angeordnet. Die Länge der einzelnen Elemente ist gleich der halben Betriebs-Wellenlänge, also gleich λ/2. Dabei ist die Konstruktion so durchgeführt worden, daß keine Isolierteile zur Halterung der Elemente notwendig waren. Die Elemente sind in ihrer Mitte ohne Isolation gelagert, also in einem Punkt, in dem die Hf-Spannung ein Minimum aufweist.

Die Enden der Elemente, an denen bei einem λ/2-Strahler ein Hf-Spannungs-Maximum liegt, sind freitragend und ebenfalls mit keinem Isoliermaterial außer Luft in Berührung. Jedes Isoliermaterial, und wenn es noch so gut sein mag, hat bei diesen Frequenzen im 2-m-Band und noch mehr in den oberen Fernsehkanälen erhebliche dielektrische Verluste. Durch die beschriebene Konstruktion wurde diese Fehlerquelle umgangen.

Die mechanische Ausführung ist aus Bild 2 zu ersehen. Die Reflektorwand wurde beim Verfasser aus 24 Stück Aluminium-Rohren (8 mm ⌀) hergestellt.

Sehr empfehlenswert ist für den Reflektor eine Wand aus Drahtgeflecht herzustellen, wie es z. B. für Gartenzäune verwendet wird. Es kann aus ganz dünnem Draht bestehen und die Maschenweite braucht für diesen Zweck gar nicht besonders klein zu sein. Erst im Dezimeter-Amateurband, also bei 430 MHz, müßte recht engmaschiges Drahtgitter Verwendung finden.

Die Abmessungen der einzelnen Teile der Antenne für UKW-Rundfunk, für das 2-m-Amateurband und für einige Fernsehkanäle sind in der **Tabelle 2** zusammengestellt. Bei mehrstöckigen UKW-Antennen wird meist ein vertikaler Abstand von λ/2 verwendet. Dies ergibt für die Phasenumkehrleitungen, das sind die Verbindungen zwischen den einzelnen Ebenen, eine geometrische Länge von ebenfalls λ/2. Bei dem vertikalen Abstand von λ/2 ist aber noch nicht der maximale Gewinn von „gestockten" Antennen zu erzielen. Dieser maximale Gewinn liegt bei einem vertikalen Abstand von 0,7 λ! Die geometrische Länge von 0,7 λ ist für die üblichen, offenen Zweidrahtleitungen nicht ohne weiteres zu gebrauchen.

Im vorliegenden Falle wurde für maximalen Gewinn der vertikale Abstand von 0,7 λ verwendet. Offene Zweidraht-Verbindungsleitungen scheiden hierfür aus. Um allen Forderungen gerecht zu werden, wurde deshalb normales UKW-Flachbandkabel verwendet. Es hat einen Verkürzungsfaktor von 0,8, der besagt, daß die geometrische Länge des Kabels gleich dem 0,8fachen der elektrischen Länge ist. Für das 2-m-Amateurband ergibt sich für λ eine geometrische Länge von ca. 160 cm. Der vertikale Abstand zwischen zwei Ebenen der beschriebenen Antenne ist 0,7 λ, beträgt also für das 2-m-Band ca. 140 cm. Die Verbindungsleitung von 160 cm Länge ist nun immer noch um rund 20 cm

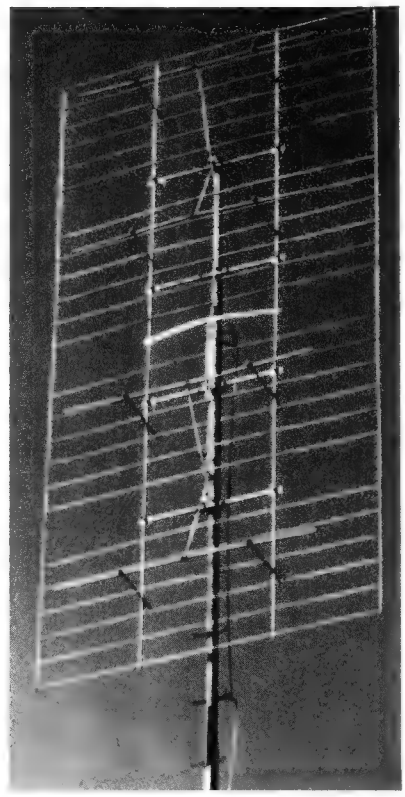


Bild 2. Gesamtansicht des vom Verfasser gebauten Richtstrahlers für das 2-m-Band

zu lang. Diese Überlänge von 20 cm wird durch Zurückspannen des Kabels an den Reflektor ausgeglichen. Dort wird das Kabel mit einer Kabelschelle gehalten. Für die Verbindung zwischen den Punkten A mit C und B mit C in Bild 1 wird ebenfalls Bandkabel mit einer elektrischen Länge von λ (beim 2-m-Band sind das unter Berücksichtigung des Verkürzungsfaktors wieder ca. 160 cm) verwendet.

Durch diese Art der Verbindungsleitungen werden sämtliche Widerstände der Antenne in den allgemeinen Speisepunkt C im Verhältnis 1 : 1 übertragen. Es liegen demnach vollkommen klare Verhältnisse vor, die auch von dem weniger geübten UKW-Antennenbauer noch beherrscht werden. Wenn man nun die Antenne auf Anpaßfehler hin genau untersucht, so kann man feststellen, daß zwischen dem hochohmigen Eingangswiderstand einer Antennenebene und dem 240-Ω-Kabel noch eine Fehlanpassung vorhanden ist.

Der Eingangswiderstand einer Ebene ist bei dieser Antennenart sehr hoch, durch den Reflektor wird er sogar noch erhöht. Er liegt je nach dem Durchmesser der für die Strahler verwendeten Rohre zwischen 1500 und 2500 Ω. Werden nun diese Widerstände von durchschnittlich 2000 Ω im Verhältnis 1 : 1 in den Speisepunkt C übertragen, so ergibt sich dort ein resultierender Widerstand von 400 bis 600 Ω. Um auf dem nachfolgenden langen Speisekabel mit einem Wellenwiderstand von 240 Ω keine oder sehr geringe Stehwellen zu haben, wird zumindest für das 2-m-Band ein Anpaßglied verwendet. Es besteht aus einer kurzgeschlossenen λ/4-Leitung am Punkt C (Bild 1). Auf diesem Widerstandstransformator wird der Punkt gesucht, an dem ein Eingangswiderstand von 240 Ω herrscht.

Dieses Anpaßglied wird aus zwei λ/4 langen Aluminium- oder Kupferrohren hergestellt. Der Abstand der beiden Rohre wird so gewählt, daß sich dafür ein ungefährer Wellenwiderstand von 240 Ω ergibt. Dieser Abstand ist für verschiedene Rohrdurchmesser in **Tabelle 1** (Seite 382) zusammengestellt. Dabei ist der Abstand D von Mitte zu Mitte der Rohre zu messen. Die Länge der Rohre für die einzelnen UKW-Bänder ist in der **Tabelle 2** zu finden.

Der Anzapfpunkt, an dem das Speisekabel angeschlossen wird, kann im voraus nicht angegeben werden, weil er in jedem Falle anders ist. Dabei spielt die Höhe der Antenne über Grund und deren Umgebung eine maßgebliche Rolle. In den UKW-, Rundfunk- und Fernsehbändern ist dieser Punkt durch Versuche festzustellen. Falls für diese Bänder das Anpaßglied ganz weggelassen wird, so ist das auch kein grober Fehler, denn die Fehlanpassung, die entsteht, wenn das Speisekabel unmittelbar an den Punkt C angeschlossen wird, ist für diese Zwecke noch tragbar.

Für das 2-m-Band, also für den Fall, daß ein Sender zur Verfügung steht, sei eine einfache, aber recht genaue Arbeitsweise beschrieben, um den Strahler optimal an die Speiseleitung anzupassen. Der Verfasser hat sich zu diesem Zwecke einen einfachen Stehwellen-Indikator gebaut, der im Prinzip in **Bild 3** wiedergegeben ist. Eine Kopplungsschleife L, deren Länge sich nach der Stärke des verwendeten Senders richtet (bei ungefähr 20 Watt Input genügen ca. 2 cm Länge), wird in gleichmäßigem Abstand über das Speisekabel gezogen. Zu diesem Zweck wurde

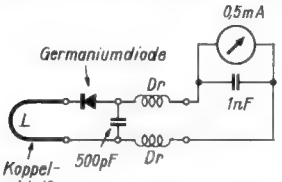


Bild 3. Schaltbild des Stehwellen-Indikators

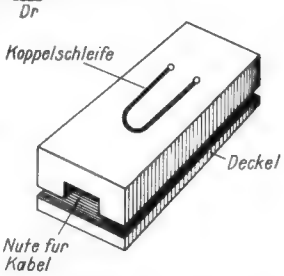


Bild 4. Isolierschlitten zum Stehwellen-Indikator

die Schleife auf der Oberseite eines 8 mm dicken Isolierstreifens befestigt. Auf der Unterseite des Streifens, der eine Länge von ungefähr 8 bis 10 cm haben kann, ist eine Nut eingefeilt, in die ziemlich genau das verwendete Bandkabel hineinpaßt. Dann wird diese Nut durch einen abschraubbaren Deckel aus gleichem Isoliermaterial abgedeckt. In **Bild 4** ist ein solcher schlittenförmiger Streifen dargestellt. Der Schlitten muß sich leicht auf dem Kabel verschieben lassen.

An die Kopplungsschleife ist eine Germanium- oder Silizium-Diode angeschlossen, die die in der Kopplungsschleife induzierte Hf-Spannung gleichrichtet. Vom Verfasser wurde eine amerikanische Diode Type I N 23 verwendet. Eine Hf-Doppeldrossel, die aus zwei ca. 50 cm langen bifilar aufgewickelten Drähten besteht, verhindert das Abfließen der Hochfrequenz zum Meßinstrument (Milliamperemeter mit 0,5 oder 1 mA Höchstausschlag). Dieses Milliamperemeter kann, wenn es nicht zu groß ist, mit der Hf-Drossel und der Diode gleich auf dem Schlitten montiert werden. Das Ganze stellt dann ein recht handliches Meßgerät dar. Das **Bild 5** zeigt das vom Verfasser verwendete Gerät.

Mit dieser Einrichtung wird folgendermaßen gearbeitet: Nachdem der Schlitten auf das Kabel aufgeschoben wurde, wird die Speiseleitung mit der angeschlossenen Antenne vom Sender zuerst mit wenig Hochfrequenz beschickt. Der Wert richtet sich nach dem Ausschlag des Instrumentes am Stehwellenindikator, um das Instrument nicht zu beschädigen.

Nun wird der Indikator auf der Speiseleitung verschoben. Man kann jetzt in λ/4-Abständen minimale und maximale Ausschläge an dem Instrument des Indikators

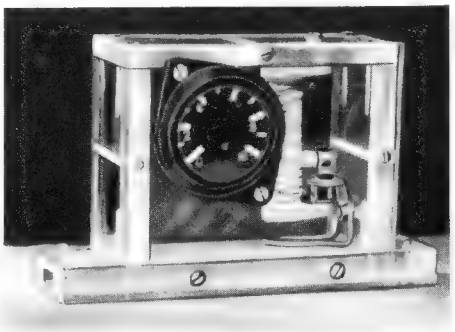


Bild 5. Praktische Ausführung des Stehwellen-Indikators

feststellen. Bei den λ/4-Abständen ist der Verkürzungsfaktor des Kabels zu beobachten. Der Abstand zwischen Maximum und Minimum beträgt nicht 200 cm : 4 = 50 cm, sondern ca. 50 · 0,8 (Verkürzungsfaktor der meisten Bandkabel) = 40 cm.

Das Verhältnis des Maximal-Ausschlages zum minimalen Ausschlag ist das Stehwellen-Verhältnis auf der Speiseleitung. Wenn z. B. ein Maximum von 6 und in λ/4-Abstand ein Minimum von 1,5 gemessen wird, so ist das Stehwellen-Verhältnis 1,5 : 6 oder 1 : 4. Durch Verändern des Einspeisepunktes auf dem λ/4-Anpaßtransformator an der Antenne kann nun das Stehwellenverhältnis verändert werden. Ein Stehwellenverhältnis von 1 : 1 ist in der Praxis nie zu erreichen. Wird ein Verhältnis von 1 : 1,5 erreicht, so ist das bereits sehr gut. An welcher Stelle der Speiseleitung die Messungen vorgenommen werden, ist gleichgültig. Um Meßfehler auszuschließen, ist vorteilhaft immer über mehrere λ/4-Strecken zu messen.

Bei allen Messungen ist wichtig, daß die Antenne sich an ihrem endgültigen Standort befindet. Ist dies nicht durchzuführen, dann muß die Antenne für die Abgleicharbeiten möglichst hoch über Grund oder über den Dächern montiert werden, und sie darf auch in ihrer Abstrahlrichtung nicht behindert sein. Mit Behinderung ist gemeint, daß sie keine Gebäudewände, Gartenzäune oder Dächer anstrahlt, die ihrerseits Reflexionen hervorrufen, die die Meßergebnisse verfälschen würden.

Für den 2-m-Amateur sei noch gesagt, daß die Anfertigung des beschriebenen Stehwellen-Indikators sich auch zum Abgleich von anderen 2-m-Antennen lohnt. Es ist dies ein recht billig herzustellendes Meßgerät, das hervorragende Dienste leistet. Der oft beschriebene Abgleich von Antennen mit Glühlämpchen an der Speiseleitung ist wohl einfach, aber sehr ungenau.

Zum Schlusse noch einige Angaben und Hinweise über die mechanische Ausführung der Antenne. Daß der Mast, an dem die Antenne montiert wird, eine bestimmte Festigkeit haben muß, ist bei der Größe der Windangriffsfläche der Antenne wohl selbstverständlich. Beim Verfasser hat der Rohrmast eine Höhe von 18 m, und er ist durch Seilzüge drehbar gemacht. Der ganze Mast sitzt auf einem Drucklager, das ca. 50 cm über Grund an der Hausmauer befestigt ist. In einer Höhe von 5 m dreht sich der Mast, der hier einen Durchmesser von 11 cm hat, in einem zweiten an der Hauswand montierten Kugellager. Ein weiteres Kugellager befindet sich in einer Höhe von ca. 10 m über Grund. An diesem Lager sind außen vier Ösen angeschweißt, in denen dann vier Abspannseile hängen. Von dieser Lagerung ab verjüngt sich der Mast durch Verwendung verschiedener Rohrdurchmesser auf 60 mm am Ende. Der Mast steht nun bereits drei Jahre. Er hat verschiedene große Antennen getragen und dabei allen Stürmen getrotzt. Die Kugellager, die ganz erhebliche Durchmesser haben, wurden in Autoreparaturwerkstätten als Altmaterial erworben. Die Lager dürfen „Luft" haben; für unsere Zwecke spielt das keine Rolle. Der Mast ist durch seitlich in Abständen von 50 cm angeschweißte kurze Rohrstutzen besteigbar gemacht.

Als Tragegerüst für die Antenne selbst wurde 11-mm-Stahlpanzerrohr verwendet. Dadurch erhielt das ganze Gebilde die notwendige Festigkeit.

Beim Anschließen des Bandkabels an die Aluminiumrohre ist zu berücksichtigen, daß diese Stellen witterungsfest gemacht werden. Wird Kupfer auf Aluminium verschraubt, so entstehen an den Berührungsstellen chemische Zersetzungen, die eine gute Kontaktgabe verhindern. Man kann diesem Übel dadurch abhelfen, daß man sich für diese Kontaktstellen Schellen aus Cupalblech anfertigt. Cupalblech ist ein doppelschichtiges Blech, das auf einer Seite aus Aluminium und auf der anderen Seite aus Kupfer besteht. Die Al-Seite wird um den Strahler gelegt, während die Cu-Seite zur Verschraubung des Bandkabels dient. Das Ganze wird dann außen noch mit wetterfestem Lack bestrichen. Auch die Strahler-Elemente werden lackiert, so daß deren Oberfläche auf die Dauer blank bleibt. Als Lack hat sich der farblose Conti-TS-Lack sehr bewährt.

Bei der Verdrahtung ist darauf zu achten, daß die einzelnen Elemente richtig gepolt werden. Eine falsche Polung ist durch versehentliche Verdrehung des Bandkabels leicht möglich. Die Verbindungsleitungen zwischen den einzelnen Ebenen sind, wie aus Bild 1 ersichtlich, n i c h t überkreuzt.

Tabelle 1.
Abstände für einen λ/4-Transformator mit 240-Ω-Wellenwiderstand

Durchmesser des Rohres in mm	Abstand D der Rohre in mm
4	16
6	24
8	32
10	40
15	60
20	80

Tabelle 2. Abmessungen der 8-Element-Antenne mit Reflektorwand für verschiedene UKW-Bänder

	Länge der Elemente in cm				Vertikaler Abstand der Ebenen	Abstand Strahler — Reflektor	Länge der Verbindungskabel in cm	Länge für λ/4-Transformator	Reflektorwand	
Rohr-Ø in mm	8	10	15	20	in cm	in cm	(0,8 · λ)	in cm	Höhe	Breite
UKW-Rundfunk 87,6...99,9 MHz	151	150	149	147	224	64	255	78	800	430
2-m-Amateurband 144...146 MHz	97	96	95	94	145	40	166	50,5	520	280
Fernsehkanäle 3 und 4	252	250	248	246	367	100	420	128	1210	700
Fernsehkanäle 5 und 6	77,5	77	76,5	75,5	117	33	133,5	40,5	420	225
Fernsehkanäle 7 und 8	71,5	71	70	69	108	31	123	37,5	390	205
Fernsehkanäle 9 bis 11	64,5	64	63,5	62,5	98	28	111	34	350	185

Transistortechnik - stark vereinfacht (III)

Eine FUNKSCHAU-Bauanleitung für einen einfachen Transistorempfänger

Von Ing. O. Limann

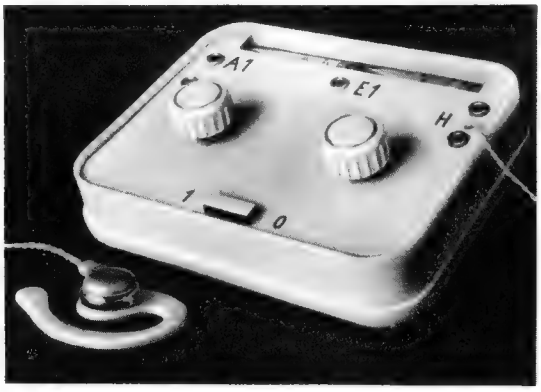


Bild 1. Transistor-Empfänger E 551. An der Oberkante erkennt man die beiden Batterien, links die Antennenbuchsen, rechts die Kopfhörerschnur und zwei zusätzliche Hörerbuchsen, in der Mitte die beiden Drehknöpfe für die Abstimmkondensatoren und vorn den Griff für einen Schiebeschalter

Volles Verständnis für die Wirkung von Transistorschaltungen erwirbt man sich erst durch eigene praktische Arbeit. Um mit möglichst einfachen Mitteln Versuche anzustellen, wurde deshalb ein Detektor-Empfänger für den Mittelwellenbereich mit einem Niederfrequenz-Transistorverstärker zum Selbstbau entworfen. Die Detektorschaltung gibt gleichzeitig Gelegenheit, einige wichtige, aber längst vergessene, oder bei den Jüngeren unbekannte Grundsätze für Detektor-Empfänger zu wiederholen.

1. Einwandfreier Detektorempfang mit unzulänglichen Behelfsantennen ist kaum möglich. Beste Erfolge ergeben sich stets, wenn man mindestens 20 bis 25 m Draht als Freiantenne oder auf dem Dachboden ausspannt.

2. Wir sind durch die Antennenkopplungs-Schaltungen von Überlagerungsempfängern verwöhnt. Dort wird bekanntlich der Antennenkreis sehr lose mit dem Gitterkreis gekoppelt und auf eine unter dem Empfangsbereich liegende Frequenz abgestimmt, um die Spiegelselektion zu verbessern. Die Antenne mit der zugehörigen Antennenkopplungsspule bildet dort einen Schwingkreis, dessen Resonanzfrequenz weitab von der eigentlichen Empfangsfrequenz liegt. Bei der hohen Verstärkung eines Superhets spielt die lose Antennenkopplung keine Rolle.

Beim Detektor-Empfänger würde sich aber bei so loser Kopplung, bzw. bei so starker Fehlabstimmung des Antennenkreises, ein großer Empfindlichkeitsverlust ergeben. Die Antenne muß deshalb voll in den eigentlichen Abstimmkreis eingestimmt werden.

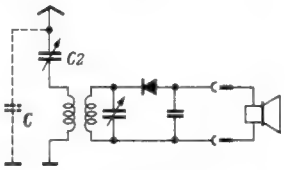


Bild 2. Zweikreis-Detektorempfänger mit Serienschaltung im Antennenkreis

3. Infolge der sehr schlechten Trennschärfe eines einzelnen Abstimmkreises schlagen Sender, deren Frequenz zufällig in der Nähe der Antennenresonanz liegt, über den ganzen Bereich durch. Dies war bei den hier vorausgegangenen Versuchen mit dem Sender „Freies Europa" (f = 173 kHz) der Fall, der zudem in der Umgebung von München eine große Feldstärke besitzt.

4. Auch wenn keine Störung durch die Antennen-Eigenwelle auftritt, ist ein Einkreis-Detektor-Empfänger nicht trennscharf genug. Es gelang z. B. nicht, mit nur einem Kreis AFN München (f = 548 kHz) vom Bayerischen Rundfunk, München (f = 800 kHz) zu trennen.

Auch ein Detektor-Empfänger erfordert heute mindestens zwei Abstimmkreise

In der Nachbarschaft mehrerer gleich starker Sender ist deshalb unbedingt ein Zweikreis-Detektor-Empfänger, also eine Schaltung mit Bandfilter-Eingang, notwendig. Ein infolge loser Kopplung der beiden Kreise auftretender Lautstärkeverlust läßt sich leicht durch die hier vorgesehene Transistorverstärkerstufe ausgleichen. Aus der Notwendigkeit, zwei Kreise zu verwenden, ergibt sich aber eine weitere Erkenntnis.

5. Da die Antenne fest in den ersten Kreis eingestimmt werden muß (vgl. Ziffer 2) und die Antennendaten sehr verschieden sind, ist kein Gleichlauf zwischen beiden Kreisen möglich. Sie müssen einzeln mit getrennten Drehkondensatoren abgestimmt werden.

Serien- oder Parallelresonanz im Antennenkreis

Es lag nahe, den Antennenkreis als Serienresonanzkreis nach **Bild 2** zu schalten. Selbst bei großen Antennen wird dann die Gesamtkapazität, bestehend aus Antennenkapazität C und der Drehkondensatorkapazität C2, niemals größer als die Endkapazität des Drehkondensators. Das L/C-Verhältnis des Kreises wird damit günstig. Es zeigt sich jedoch, daß man mit kleinen Antennen sehr schnell aus dem Bereich herauskommt und man mit C 2 nicht mehr auf den gewünschten Sender abstimmen kann. Deswegen wurde die Schaltung nach **Bild 3** mit Parallelkreis gewählt. Kleine Antennen werden an die Buchse A 1 angeschlossen. Ihre Kapazität liegt dann unmittelbar parallel zum Kreis. Große Antennen werden über einen Vorschaltkondensator an die Buchse A 1 angeschlossen.

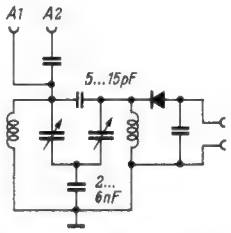


Bild 3. Zweikreis-Detektorempfänger mit Parallelabstimmung im Antennenkreis und kapazitiver Kopplung zwischen beiden Kreisen

Der Antennenkreis ist bei beiden Verfahren (Bild 2 oder 3) stets eindeutig abgestimmt. Legt man dagegen die Antenne nach **Bild 4** an eine Spulenanzapfung, so ist dies nicht der Fall, sondern es bilden sich zwei Resonanzfrequenzen aus, von denen die Antennenresonanz f 1 wieder undefiniert ist und Störsender bevorzugen kann.

Allerdings kann man mit dem ersten Kreis der Schaltung nach Bild 3 bei ausgefallenen Antennen nicht immer die richtige Abstimmung erreichen, besonders wenn der gewünschte Sender am Bereichende liegt. Bei der hier angestrebten Vereinfachung wurde aber auf eine komplizierte Umschaltung für diese Fälle verzichtet. Da ein solcher Empfänger stets für bestimmte Sender gebaut wird, muß man notfalls die Antennenspule gegenüber den später angegebenen Werten etwas ändern. Soll vorzugsweise ein Sender um 500 kHz empfangen werden, so erhält sie mehr Windungen als angegeben; für Sender in der Nähe von 1500 kHz ist die Windungszahl zu verringern.

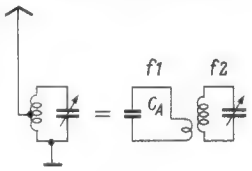


Bild 4. Eine angezapfte Antennenspule ergibt stets zwei Resonanzkreise mit verschiedener Frequenz

Der Vollständigkeit halber seien aber noch zwei einfache Umschaltmöglichkeiten angegeben. **Bild 5** zeigt eine Ausführungsform bei der ein DKE-Drehkondensator mit angebautem Schalterkontakt benutzt wird. Kommt man mit der Drehbewegung über 180° hinaus, dann wird der Kurzschluß der Zusatzspule aufgehoben und die Induktivität des Kreises vergrößert. Dies ist günstig für kleine Antennen und niedrige Empfangsfrequenzen. Der Vorteil liegt darin, daß kein getrennter Umschalter zu bedienen ist.

Bild 6 zeigt die uralte Kurz-Langschaltung, wie sie z. B. in der Radio-Praktiker-Bücherei im Band 27/27a „Rundfunkempfang ohne Röhren", Bild 19, dargestellt ist. Mit einem zweipoligen Schalter wird hier der Drehkondensator entweder in Reihe oder parallel zur Spule gelegt. Die Parallelschaltung eignet sich für kleine Antennen, die Serienschaltung für große.

Doch zurück zu Bild 2 und 3. In Bild 3 ist die induktive Antennenkopplung von Bild 2 durch eine gemischte kapazitive Kopplung ersetzt worden, wie man sie bei durchstimmbaren Eingangs-Bandfiltern von Überlagerungsempfängern anwendet. Dies hat rein praktische Gründe; diese Kopplung läßt sich nämlich eindeutig mit allen möglichen Spulenformen verwirklichen. Bei induktiver Kopplung sind dagegen die Spulenabstände je nach der verwendeten Spulenart sehr verschieden. Die Schaltung nach Bild 3 läßt sich dagegen mit allen vorhandenen Luft- oder Eisenkernspulen nachbauen. Die beiden Spulen selbst sollen dabei gegenseitig möglichst entkoppelt sein. Die Bandbreite wird durch die Größe der Kopplungskondensatoren geändert, und zwar gilt: festere Kopplung (größere Lautstärke bis zu einem gewissen Wert) ergibt sich, wenn der Kondensator am Scheitel größer und der am Fußpunkt kleiner gewählt wird.

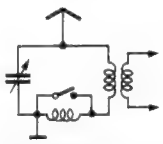


Bild 5. Für kleine Antennen kann die Selbstinduktion des Antennenkreises durch eine Zusatzspule vergrößert werden

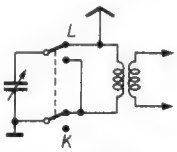


Bild 6. Bei der Kurz-Langschaltung wird der Abstimmkondensator entweder parallel oder in Serie zu der Antennenspule geschaltet

Die vollständige Schaltung

Bild 17 zeigt die vollständige Schaltung des entwickelten Detektor-Empfängers mit Transistorverstärker. Die Abstimmkondensatoren C 2 und C 3 sind Hartpapier- bzw. Glimmerkondensatoren mit 500 pF Endkapazität. Für L 2 errechnet sich daraus im MW-Bereich ein Wert von 200 µH. L 1 dagegen ist nur 160 µH groß, da zu diesem Kreis stets die Antennen-Kapazität parallel liegt, für die ein Mittelwert von 100...150 pF angenommen wurde.

Auf den Detektorkreis folgt der einstufige Transistorverstärker in Emitterbasisschaltung. Er enthält die aus dem zweiten Aufsatz dieser Reihe (FUNKSCHAU 1955, Heft 16, Seite 384) bekannte Schaltungseinzelheiten. Der Basis-Kopplungskondensator C 7 ist größer gewählt,

Verdrahtung und Bauteile für den Transistor-Empfänger E 551

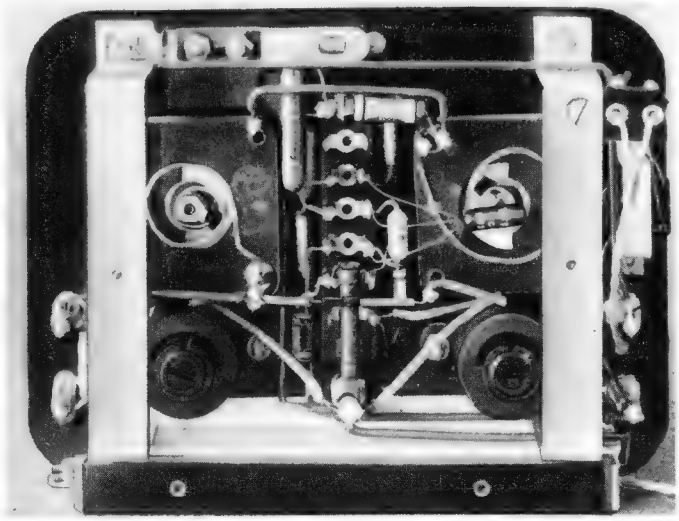


Bild 7. Unterseite des Chassis mit Verdrahtung. (Bei diesem Modell ist zusätzlich eine Isolierleiste außen auf die Batteriekammer genietet; dies ist jedoch bei den in Bild 9 und 10 vorgesehenen Materialstärken nicht erforderlich)

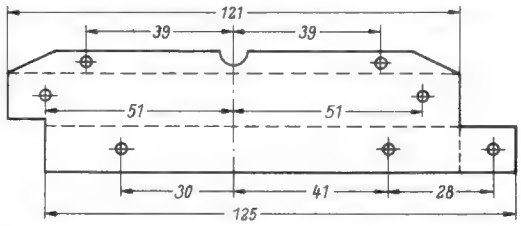


Bild 11. Abwicklung d. Metallwinkels B, Aluminium 1,5 mm

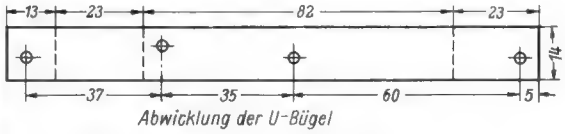


Bild 12. Haltewinkel F, Aluminium 2 mm

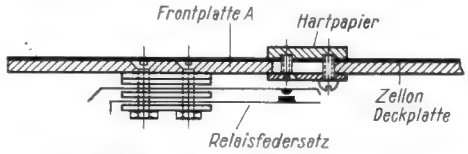


Bild 13. Einzelheiten des Schiebeschalters

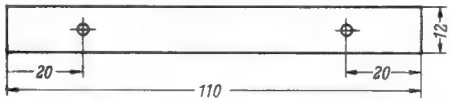


Bild 14. Isolierbrücke D, Hartpapier 1,5 mm

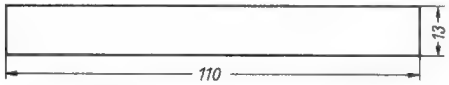


Bild 15. Isolierleiste E, Hartpapier 1 mm

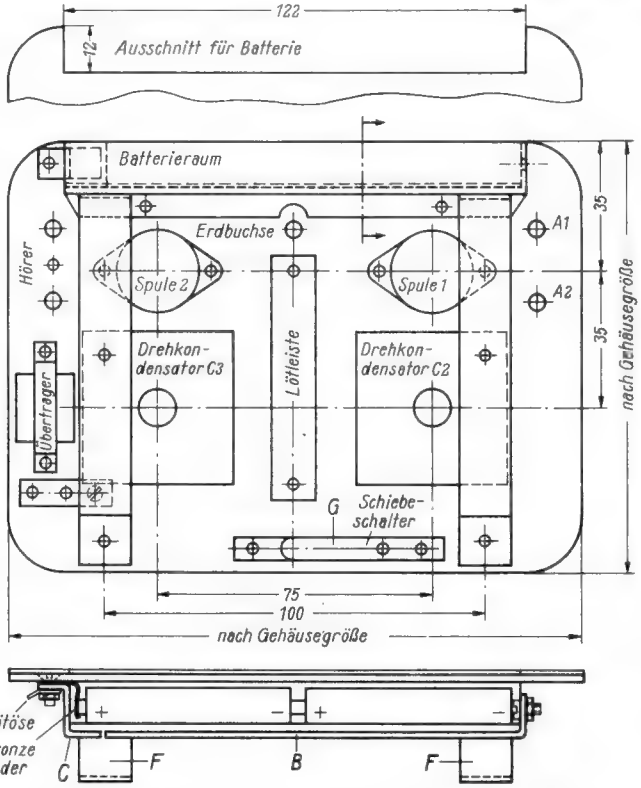


Bild 8. Einteilung der Frontplatte A (Hartpapier 2 mm mit Auflage auf weißem Zellon). B = Metallwinkel für Batterieraum, C = Winkel für Pluspol der Batterien, D = Isolierbrücke zur Verbindung der beiden Batteriewinkel, E = Isolierleiste für Batterieraum, F = zwei Haltewinkel, G = Schiebeschalter

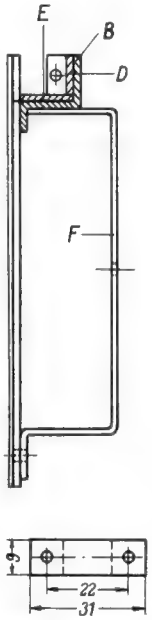


Bild 9. Abwicklung d. Winkels C, Aluminium 1,5 mm

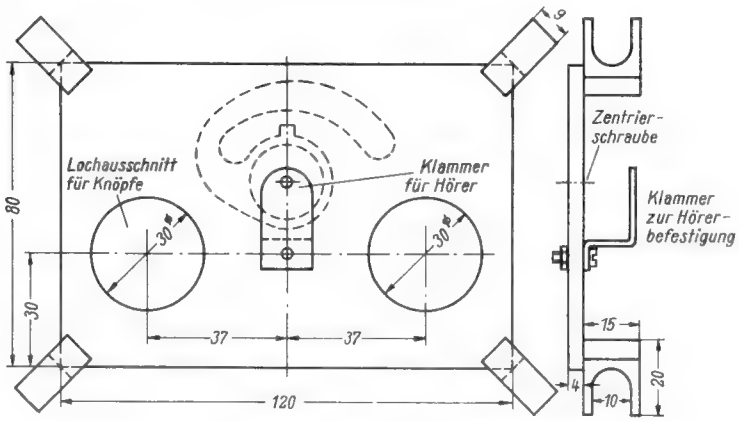


Bild 10. Haspel für den Antennendraht

Im Modell verwendete Einzelteile

C 1	Roll-Kondensator	150	pF
C 2	und C 3 Hartpapier-Drehkondensatoren	500	pF
C 4	Keramik-Kondensator	10	pF
C 5	Roll-Kondensator	5	nF
C 6	Roll-Kondensator	2,5	nF
C 7	und C 8 2 Stück Ero-Subminilyt-Kondensatoren	2	µF/2 V
R 1	Schichtwiderstand	50 kΩ/0,25 W	
R 2	Schichtwiderstand	50 kΩ/0,25 W	
R 3	Schichtwiderstand	500 kΩ/0,25 W	
R 4	Schichtwiderstand	500 Ω/0,25 W	
GD	Germaniumdiode OA 150 (Telefunken)		
T	Transistor OC 602 (Telefunken)		
L 1	und L 2 Topfkerne T 21/18 (Vogt & Co)		
Ü	Miniaturübertrager 100 kΩ : 200 Ω (Labor Wennebostel)		
H	Kleinhörer Typ P (Labor Wennebostel)		

1 Gehäuse (siehe Text)
Chassisteile nach Zeichnungen
5 Telefonbuchsen
1 sechspolige Lötleiste
1 zweipolige Lötleiste
2 Drehknöpfe ca. 25 mm ⌀, weiß
15 Senkkopfschrauben M 3 × 10
16 Muttern M 3
2 Pertrix-Stabbatterien Nr. 250

Wickelvorschrift für L 1 und L 2

Vogt-Topfkern			
L 1	160 µH	70 Wdg.	4 Kammern
L 2	200 µH	77 Wdg.	4 Kammern
Siemens-Haspelkern			
L 1	160 µH	62 Wdg.	3 Kammern
L 1	200 µH	71 Wdg.	3 Kammern

Die Drahtsorte ist unkritisch. Je nach dem zur Verfügung stehenden Wickelraum kann Hf-Litze 15×0,05 bis 25×0,07 verwendet werden. Auch Volldraht, etwa 0,15 CuSS, bringt keinen nachweisbaren Lautstärkeverlust. Andere Spulenkörper sind gleichfalls brauchbar, die Windungszahlen liegen bei ähnlichen Werten.

als bei Röhrenschaltungen üblich. Die Basisspannung wird durch einen Spannungsteiler aus 500 kΩ und 50 kΩ festgehalten. In der Emitterleitung liegt ein Widerstand, der dem Katodenwiderstand einer Röhrenschaltung entspricht. In der von Telefunken für diesen Zweck empfohlenen Schaltung war vorgesehen, den Spannungsteiler erst mit 100 kΩ und 10 kΩ zu bemessen. Dies ergäbe jedoch eine zu starke Gegenkopplung und einen spürbaren Lautstärkeabfall. Deshalb wurden, unter Verzicht auf höchste Stabilität der Schaltung, die Werte auf 500 kΩ und 50 kΩ vergrößert.

Das Versuchsgerät sollte recht handliche Abmessungen erhalten, deshalb wurde ein dynamischer Miniaturhörer mit Übertrager (Laboratorium Wennebostel) für Schwerhörigengeräte vorgesehen. Mit einem der bekannten großen Bügelkopfhörer mit zwei magnetischen Systemen ist allerdings die Lautstärke spürbar größer. Deshalb wurden zusätzliche Buchsen für einen solchen Kopfhörer angebracht. Der Stromverbrauch der Stufe beträgt nur 1,3 mA bei zwei in Reihe geschalteten Stabzellen.

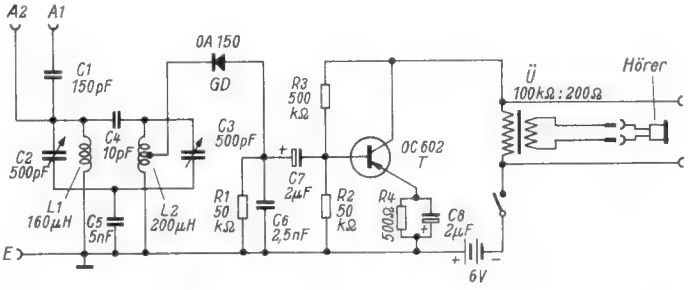


Bild 17. Schaltung des Detektorempfängers mit einstufiger Transistorverstärkung. Durch Vergrößern des Kondensators C 4 und Verkleinern des Kondensators C 5 läßt sich die Kopplung fester machen

Mechanischer Aufbau

Obgleich für die Versuche mit einer Transistorstufe eine Brettschaltung genügt hätte, wurde das Gerät endgültig in ein Gehäuse eingebaut, um es als einfachen Empfänger, z. B. am Krankenbett, auf dem Nachttisch, und auch als leichten tragbaren Empfänger für den Rucksack des Fuß- oder Radwanderers oder Bergsteigers zu verwenden.

Als Gehäuse diente eine Proviantbüchse mit Deckel aus weißem Preßstoff mit den

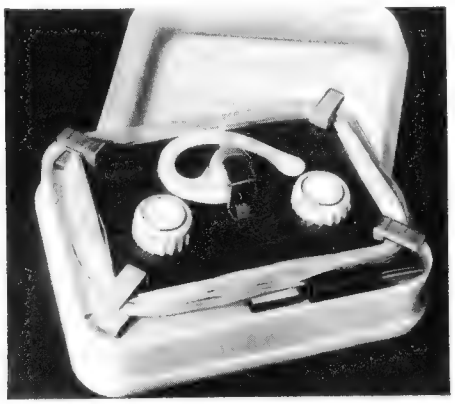


Bild 18. Das Gerät mit der zum Transport eingelegten Haspel

Abmessungen 16×12×5 cm, wie sie billig (1.95 DM) in Warenhäusern und Geschäften für Haushaltsartikel zu haben ist. Sie bietet reichlich Platz für die hier beschriebene Schaltung und es läßt sich mit Leichtigkeit noch eine zweite Nf-Stufe darin unterbringen. Auf extrem kleine Bauweise wurde verzichtet, damit auch Anfänger mit dem Nachbau zurecht kommen. **Bild 1** zeigt das fertige Gerät mit abgenommenem Deckel. Die Schnur für den Kleinsthörer ist fest angeschlossen, die Hörerkapsel kann abgenommen werden, wenn ein normaler Kopfhörer in die vorgesehenen Buchsen eingesteckt wird.

Da ein geeigneter kleiner Schalter nicht zu erhalten war, wurde aus einem alten Relaisfedersatz ein Schiebeschalter gebaut, der ähnlich wie bei einer Taschenlampe arbeitet. Ein gewöhnlicher Netzschalter kann hier nicht verwendet werden, da bei der geringen Betriebsspannung der Kontakt zu unsicher ist. **Bild 8** zeigt die Einteilung der Frontplatte. Sie besteht aus 2...3 mm starkem Hartpapier, das zum besseren Aussehen mit weißem Zellon abgedeckt wurde. Die Zellonplatte (0,5 mm) erhält die gleichen Abmessungen wie die eigentliche Grundplatte. Sie deckt alle Befestigungsschrauben ab und wird nur durch die Telefonbuchsen und Drehkondensator-Haltemuttern mit der Grundplatte verschraubt. In **Bild 13** sind Einzelheiten des Einschalters dargestellt.

Zwei Stabbatterien (Ladyzellen) sitzen hintereinander an der Längsseite in einer Kammer, die durch Blechwinkel nach **Bild 9** und **11** gebildet wird. Die beiden Winkel sind durch angenietete Hartpapierstreifen **(Bild 14** und **15)** versteift, aber voneinander isoliert. Der Pluspol der Stromquelle wird über eine Bronzefeder (Bild 8) angeschlossen, die gleichzeitig die Batterien federnd in ihrer Lage hält. Das Chassis ist mit zwei U-Bügeln **(Bild 12)** am Boden des Gehäuses festgeschraubt. Die in den Zeichnungen Bild 8 bis 15 angegebenen Maße gelten für das hier verwendete Gehäuse 16×12×5 cm. Für andere Gehäusegrößen sind sie sinngemäß anzupassen.

Bild 7 zeigt die Unterseite des Chassis mit Verdrahtung. Da keine Rückkopplung zu befürchten und der MW-Bereich für heutige Verhältnisse ziemlich unkritisch ist, sind keine Schwierigkeiten zu erwarten. Trotzdem soll man sich bemühen, hochfrequenztechnisch einwandfrei zu verdrahten, d. h. heiße Leitungen möglichst kurz zu verlegen. Ein Lötleistenstreifen gibt den Einzelteilen guten Halt. Bei der Germaniumdiode und dem Transistor sind die Zuleitungen jedoch nicht zu stark zu kürzen, und beim Löten ist das Abfließen der Löthitze zu den Kristalloden zu verhindern. Man packt zu diesem Zweck den Anschlußdraht an der dem Kristallelement zugewandten Seite während des Lötens fest mit einer Flachzange, damit die Zangenbacken die Wärme ableiten.

Empfangsversuche

Man beginnt die Empfangsversuche, wie einleitend betont, mit einer genügend großen, frei ausgespannten Antenne. Der Drehkondensator C 2 wird etwa auf Mitte gestellt und dann mit C 3 ein Sender gesucht. Dann ist C 2 nachzustimmen. Hat man vorher Versuche mit einem Einkreis-Detektor-Empfänger gemacht, dann wird man überrascht sein, welche Trennschärfe sich mit zwei Kreisen ergibt. Frequenzmäßig nicht zu nahe benachbarte Ortssender sind mit diesem Gerät einwandfrei zu trennen.

Mit einem Doppelkopfhörer mit 2 × 2000 Ω kann man sich gut von der Verstärkung der Transistorstufe überzeugen, indem man den Hörer einmal unmittelbar

Bild 16. Großes Interesse findet der Transistor-Empfänger E 551 bei den jugendlichen Funkfreunden

an den Detektorkreis, parallel zu C 6, und dann an den Ausgang des Gerätes anschließt.

Für Versuche im Freien wurde zu dem Modell eine Haspel nach **Bild 10** aus Holz angefertigt. Sie dient zum Aufwickeln des Antennendrahtes. Es genügt einfache seidenbeklöppelte Litze, wie sie für Zimmerantennen verwendet wird. Die Haspel ist so ausgebildet, daß sie auch den Miniaturhörer festhält und zum Transport auf der Frontplatte innerhalb des Deckels Platz findet **(Bild 18)**.

Das Gerät ist allerdings kein Reisesuper! Man muß sich unterwegs schon die Mühe machen, den Antennendraht möglichst hoch und frei auszuspannen. Zur Isolation genügen einige Perlonfäden (Angelschnur). Steht keine direkte Erdungsmöglichkeit (blanker Draht in offenem Gewässer oder Brunnen, an Blitzableitern, Regenrinnen oder dgl.) zur Verfügung, dann lege man ein Stück Draht von der gleichen Länge wie die Antenne als Gegengewicht auf dem Erdboden aus.

Für Wetterberichte und für gelegentliches Abhören von Unterhaltungssendungen an verregneten Urlaubstagen, ist das Gerät auf Wanderungen sicher willkommen, zumal kein Zeltnachbar durch den Kopfhöreremfang gestört wird.

Die Schaltung kann leicht auf zwei Transistorstufen erweitert werden, wenn die Lautstärke in größerer Entfernung vom Sender zu gering ist. Die zweite Transistorstufe wird genauso geschaltet wie die erste in Bild 17 dargestellte. Sie tritt an die Stelle des Ausgangsübertragers. Von der Darstellung der Schaltung wird hier bewußt abgesehen, um den Leser anzuregen, sich selbst im Entwerfen von Transistorstufen zu üben. Die Unterbringung der zusätzlichen Miniatur-Einzelteile in einem Gehäuse der angegebenen Größe bereitet keine Schwierigkeiten.

Der Empfänger E 551 erfordert an sich nur geringen Materialaufwand. Eine weitere Sparmöglichkeit besteht darin, auf den Miniaturhörer mit Übertrager zu verzichten und nur einen normalen magnetischen Kopfhörer zu verwenden. Mit Ausnahme des Transistors und der Germaniumdiode sind meist auch die anderen Einzelteile bereits beim Funkamateur vorhanden. Es ist nicht einmal unbedingt erforderlich, Miniaturausführungen zu verwenden. So können anstelle der 2-μF-Niedervolt-Elektrolytkondensatoren auch MP-Kondensatoren mit 160 V Arbeitsspannung genommen werden.

Verblüffend ist oft bei Laien die Wirkung dieses Gerätes. Wer die Anfänge der Rundfunkbastelei mit der Zeit der Detektorempfänger nicht miterlebt hat und nur die heutigen komplizierten und großen Radiogeräte kennt, der ist meist sehr erstaunt, mit wie geringem Aufwand man doch Rundfunk hören kann, und er lauscht mit größerem Interesse in den Kopfhörer hinein, als er es bei der gleichen Sendung bei einem Großsuper tun würde.

Dr.-Ing. F. Bergtold: *Für den jungen Funktechniker*

16. Leistung und Arbeit

Arbeit als Produkt aus Kraft und Weg

Kraft und Weg beziehen sich auf die mechanische Arbeit. Diese betrachten wir zuerst. **Bild 1** zeigt uns einen Mann, der einen Wagen schiebt. Um den Wagen zu bewegen, muß er Arbeit leisten. Diese ist umso größer, je mehr Kraft er in der Bewegungsrichtung auf den Wagen auszuüben hat und je weiter er den Wagen schiebt.

Eine Kraft, die der Mann dabei vielleicht senkrecht zu dem Weg wirken läßt, indem er sich etwa auf den Wagen stützt oder die dadurch auf den Wagen ausgeübt wird, daß jemand in dem Wagen steht **(Bild 2)**, ist, soweit sie nicht die Reibungskräfte erhöht, bezüglich der Arbeitsleistung belanglos. Eine Kraft, die der Mann auf den Wagen in der dessen Bewegung entgegengesetzten Richtung ausübt **(Bild 3)**, kommt negativer Arbeit gleich.

Bild 1

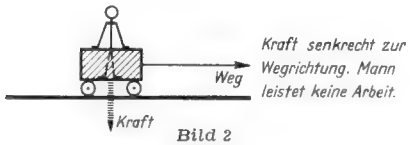


Bild 2

Bild 3

Bild 4 zeigt schematisch — in Gestalt zweier aufeinanderliegender Pfeile — einen Fall, in dem eine Kraft in vollem Maße zur Arbeitsleistung beiträgt. Die Kraft fällt hier in Richtung des Weges.

In **Bild 5** hingegen wirkt die Kraft schräg zur Bewegungsrichtung. Damit kommt für die Arbeit lediglich der Kraftanteil zur Geltung, der in Richtung des Weges fällt. Allgemein gilt:

Bild 4

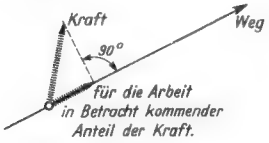


Bild 5

Die mechanische Arbeit **A** ist durch das Produkt aus dem Weg **s** und dem in Richtung des Weges fallenden Kraftanteil **P** gegeben. Das bedeutet:

$$\mathbf{A} = \mathbf{s} \cdot \mathbf{P}, \text{ worin z. B.}$$

s in Metern, **P** in Kilogramm und demgemäß **A** in mkg gelten. Besonders anschaulich wird uns der Arbeitsbegriff, wenn wir das Heben eines Gewichtes betrachten. Es bedeutet gleich große Arbeit, ob z. B. 75 kg um einen Meter oder 1,5 Tonnen um 5 Zentimeter gehoben werden.

Elektrische Arbeit

Wir denken uns ein einzelnes Elektron. Dieses sei im Sinne eines Ladestromes durch eine Stromquelle zu bewegen. Dabei ist eine Arbeit aufzuwenden, um das Elektron gegen die Stromquellen-Klemmenspannung zu bewegen. An Stelle des Weges tritt hier die zu überwindende Spannung. Wir haben das Elektron gewissermaßen um den Betrag der Klemmenspannung zu heben.

Die elektrische Arbeit entspricht also für ein einzelnes Elektron der Spannung, die zwischen Anfangs- und Endpunkt seines Weges herrscht. Handelt es sich um mehrere oder gar um viele Elektronen, so wird die Arbeit durch das Produkt aus Spannung und Zahl der Elektronen dargestellt.

Um nun weiterzukommen, erinnern wir uns daran, daß eine Amperesekunde einer bestimmten Elektronenzahl gleichkommt, womit sich eine Elektronenzahl durch Amperesekunden bzw. durch das Produkt aus Strom und Zeit angeben läßt. Jetzt ist es an der Zeit, daß wir uns zunächst einmal mit dem Begriff der Leistung befassen.

Mechanische Leistung

Ein bestimmtes Maß an Arbeit kann in kurzer oder langer Zeit geleistet werden. Die Leistung entspricht der auf die Zeiteinheit bezogenen Arbeit. Ein für die Leistung mögliches Maß ist somit das Meterkilogramm je Sekunde. 75 mal so groß ist 1 PS — eine Pferdestärke:

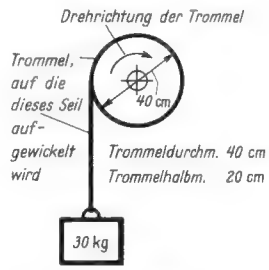


Bild 6

$$1 \text{ PS} = 75 \text{ mkg/s}.$$

Meter je Sekunde (m/s) ist, wie wir wissen, ein Maß der Geschwindigkeit. Damit gilt:

Mechanische Leistung = Kraft × Geschwindigkeit

Hierzu ein Beispiel: Der Rotor eines Elektromotors habe eine Umlaufgeschwindigkeit von 2800 U/min, wenn er am Umfang seiner Riemenscheibe eine Kraft von 30 kg aufzubringen hat. Der Riemenscheibendurchmesser beträgt 40 cm. Aus Umlaufgeschwindigkeit und Durchmesser der Riemenscheibe können wir die Umfangsgeschwindigkeit in m/s ausrechnen. Der Umfang der Riemenscheibe beträgt

$$3{,}14 \cdot 0{,}4 \text{ m} \approx 1{,}26 \text{ m}.$$

2800 U/min bedeuten

$$2800 : 60 \approx 46{,}7 \text{ U/s}.$$

Das gibt eine Umfangsgeschwindigkeit von

$$1{,}26 \cdot 46{,}7 \approx 58{,}8 \text{ m/s}.$$

Diese Geschwindigkeit haben wir mit der Kraft zu vervielfachen und erhalten so als zugehörige mechanische Leistung $58{,}8 \cdot 30 = 1752$ mkg/s oder

$$1752 \text{ mkg/s} : 75 = 23{,}4 \text{ PS}.$$

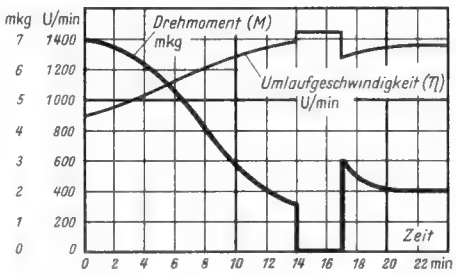


Bild 7

Bild 6 veranschaulicht die Riemenscheibe des Motors — und in Gestalt eines Gewichtes — die am Umfang der Riemenscheibe angreifende Kraft. Für den Motor kommt es weder auf die Umfangskraft noch auf den Halbmesser der Riemenscheibe im einzelnen an. Vielmehr ist für ihn das Produkt aus beiden Größen — nämlich das Drehmoment — maßgebend. Dieses beträgt in unserm Fall — bei einer Kraft von 30 kg und einem Riemenscheibenhalbmesser von 0,2 m — 6 mkg.

Hier dürfen wir uns übrigens nicht verwirren lassen: Drehmoment und mechanische Arbeit haben beide das Meterkilogramm als Maß. Für das Drehmoment stehen aber Hebelarm (Riemenscheibenhalbmesser) und Kraft senkrecht zueinander, während für die Arbeit Kraft und Weg gleiche Richtung haben!

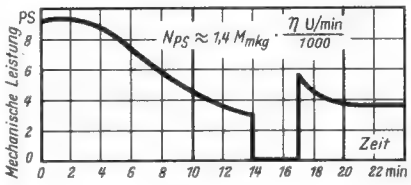


Bild 8

Nun zurück zu Drehmoment und Umlaufgeschwindigkeit! Aus beiden läßt sich die mechanische Leistung übrigens unmittelbar berechnen. Es gilt:

Mechanische Leistung in PS ≈

≈ 1,4 Drehmoment in mkg × Umlaufgeschwindigkeit in U/min : 1000.

Die **Bilder 7** und **8** geben hierfür ein Zahlenbeispiel.

Elektrische Leistung

Aus dem, was wir über die elektrische Leistung wissen, entnehmen wir, daß die elektrische Leistung dem Produkt aus Elektronenzahl je Sekunde und Spannung gleichkommt. Die Elektronenzahl je Sekunde bezeichnen wir aber als Strom und haben dafür das Ampere als Maß. Somit gilt in jedem einzelnen Augenblick:

elektrische Leistung = elektrischer Strom × elektrische Spannung.

Den Strom messen wir in Ampere, die Spannung in Volt. Somit wäre das Maß für die elektrische Arbeit das „Voltampere".

Würden wir uns stets auf den Augenblickswert der Leistung beschränken, so wäre dieses Maß durchaus brauchbar. In der Praxis aber kümmert man sich nur selten um die Augenblickswerte der Leistung. Meist interessiert uns hier deren zeitlicher Durchschnittswert. Dafür aber ist — wie wir später sehen werden — eine andere Maßeinheit notwendig. Als solche wurde das Watt (abgekürzt W) gewählt. Für Gleichstrom ist ein Watt gleichbedeutend mit einem Voltampere. Dasselbe gilt für den einzelnen Augenblick ganz allgemein — also auch bei Wechselstrom sowie in jedem anderen Betriebsfall, in dem

Bild 9

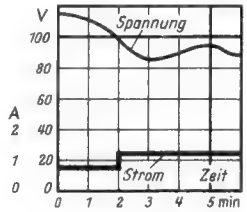
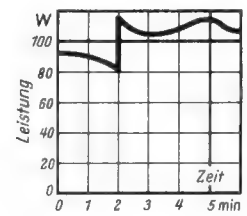


Bild 10



entweder die Spannung oder der Strom oder auch beide Größen zeitlichen Schwankungen unterworfen sind. **Bild 9** und **10** zeigen einen solchen Zusammenhang.

Für große Leistungen hat man an Stelle des Watt das Kilowatt (kW) eingeführt. Dabei ist 1 kW = 1000 W. Für noch größere Leistungen verwendet man die Einheit Megawatt (MW). 1 MW ist das Tausendfache eines kW. Für kleine Leistungen gibt es drei solcher aus dem Watt abgeleiteten Einheiten:

das Milliwatt (mW)	1 000 mW = 1 W
das Mikrowatt (μW)	1 000 μW = 1 mW
das Pikowatt (pW)	1 000 000 pW = 1 μW

Fachausdrücke

Drehmoment: Produkt aus Länge eines Hebelarmes und der Kraft, die senkrecht zur Verbindungslinie zwischen Kraftangriffspunkt und Drehachse des Hebels wirkt.

Elektrische Arbeit: Produkt aus (mittlerer) elektrischer Leistung und Zeitdauer, während der diese Leistung entnommen bzw. erzeugt wird.

Elektrische Leistung: Deren Augenblickswert wird dargestellt durch das Produkt der im selben Augenblick vorhandenen Werte der zugehörigen Spannung und des zugehörigen Stromes. Meist versteht man unter der elektrischen Leistung eine mittlere Leistung. Sie ist bei Gleichstrom und Gleichspannung durch das Produkt der Werte dieser beiden Größen gegeben.

Kilowatt: Aus dem Watt abgeleitete Leistungseinheit (1 kW = 1000 W).

Kilowattstunde: Übliches Maß für die elektrische Arbeit. 1 kWh = 3 600 000 Wattsekunden.

Leistung: Auf die Zeiteinheit bezogene Arbeit.

Mechanische Arbeit: Produkt aus Weg und Kraftanteil, der in Richtung des Weges fällt. Beim Heben eines Gewichtes z. B. das Produkt aus dem Gewicht und aus der Höhe, um die das Gewicht gehoben wird.

Mechanische Leistung: Auf die Zeiteinheit bezogene mechanische Arbeit — also Produkt aus Geschwindigkeit und Kraftanteil, der in die Richtung der Geschwindigkeit fällt.

Megawatt: Aus dem Watt abgeleitete Einheit für die elektrische Leistung (1 MW = 1 000 000 W).

Meterkilogramm: Einheit sowohl für die mechanische Arbeit wie auch für das Drehmoment.

Mikrowatt: Aus dem Watt abgeleitete Einheit für die elektrische Leistung (1 μW = 1 W/1 000 000).

Milliwatt: Aus dem Watt abgeleitete Einheit für die elektrische Leistung (1 mW = 1 W/1000).

Pferdestärke: Maß für die mechanische Leistung (1 PS = 75 mkg/s).

Pikowatt: Aus dem Watt abgeleitete Einheit für die elektrische Leistung. (1 pW = 1 μW/1 000 000).

Umlaufgeschwindigkeit: Zahl der Umdrehungen je Zeiteinheit. Für Motoren werden meist Umläufe je Minute, sonst aber Umläufe je Sekunde angegeben.

Watt: Einheit der elektrischen Leistung. Für den Augenblickswert der Leistung gilt: 1 W = 1 V · 1 A.

Wattsekunde: Einheit der elektrischen Arbeit für kleine Arbeitswerte (1 Ws = 1 kWh/3 600 000).

Feinstpunktschweißmaschinen für Röhren- und Apparatefabriken

Bei der Besichtigung einer Röhrenfabrik kann man beobachten, daß die feinen Röhrensysteme mit Hilfe sehr präzise arbeitender Punktschweißmaschinen zusammengefügt werden. Der folgende Beitrag behandelt einige der dabei auftretenden Probleme und macht mit einem solchen Punktschweißgerät bekannt.

Für Feinpunktaufgaben werden von der Industrie häufig kleine Punktschweißmaschinen verwendet, die ein mechanisches Schaltschütz (Relais) zur Begrenzung von Strom und Zeit enthalten, wobei die Betätigungszeit über ein R-C-Glied bestimmt wird. Dabei ist die Höhe des Schweißstromes über Stufenschalter, jedoch nicht kontinuierlich, d. h. nicht beliebig feinstufig, einstellbar.

Diese Steuerung ist zwar übersichtlich und preiswert, ihre Strom- und Zeiteinstellung ist aber wenig präzis, da wegen der Trägheit der mechanischen Schaltglieder sehr kurze Schweißzeiten nicht einstellbar sind, der Ein- und Ausschaltaugenblick — bezogen auf die gerade im Netz bestehende Stromrichtung — positiv oder negativ sein kann, die Abschaltung nicht im Nulldurchgang erfolgt, usw.

Um diesen Mängeln abzuhelfen, hat man zusätzlich Ignitronröhren eingesetzt, die über einen justierten Relaissatz gesteuert werden und in der Lage sind, volle Halbwellen bzw volle Perioden synchron dem Netz zu entnehmen. Es entfällt dabei das mechanische Schaltschütz, jedoch bleiben Relais und Stufenschalter. Außerdem wird es gerade bei Kleinsteuerungen als Mangel empfunden, wenn beim Ignitron, um die Entladung überhaupt einzuleiten, ein Mindeststrom von etwa 30 A fließen muß, also starke Zuleitungen und bei Parallelbetrieb mehrerer Maschinen starke Netze vorhanden sein müssen

Man hat sich daher bei Parallelbetrieb vieler Feinstpunktschweißmaschinen, z. B. in Röhrenfabriken, nicht der Einzel-Ignitronsteuerung bedient, sondern lieber einen Gruppentakter aufgestellt, mit dessen Hilfe infolge des getakteten Netzes zumindest ein kurzzeitiges und auch synchrones Schweißen möglich ist. Allerdings enthält dabei jede einzelne Maschine einen beträchtlichen Aufwand an Schaltmitteln bzw. Verriegelungsschaltungen; die Maschinen sind infolgedessen nicht universell verwendbar.

Bei einer gelegentlich der Werkzeugmaschinenausstellung in Hannover im September 1955 auf den Markt kommenden Maschine **(Bild 1)** wurde daher größter Wert auf ein vollständig relaisloses Steueraggregat gelegt, das gestattet, Schweißzeit und Strom kontinuierlich zu regeln, dabei ohne Stufenschalter und mechanisches Schaltschütz auszukommen und immer zu dem gewünschten Zeitpunkt, also netzsynchron, einzuschalten und im Nulldurchgang abzuschalten. Es ist klar, daß dieses Problem nur vollelektronisch mit Hilfe des Phasenanschnittes, einstellbarer Periodenzahl und über stoßfeste Entladungsröhren zu lösen war, wobei auch die schwankende Netzspannung keine Schweißzeitbeeinflussung hervorrufen darf.

Das Hauptproblem lag dabei in der Wahl der Entladungsröhren und bei deren Steueraufwand. Es wurde mit Hilfe von Relaisröhren gelöst, d. h. mit quecksilbergefüllten evakuierten Röhren, die von außen an der Katodenseite zwecks elektronischer Zündung mit einem Metallmantel umgeben sind. Solche Relaisröhren vertragen kurzzeitig außerordentlich hohe Ströme, sprechen aber auch bereits bei Stromwerten weit unter 1 A zuverlässig an und benötigen nur eine sehr geringe Zündleistung. Ihre Lebensdauer ist praktisch unbegrenzt, da sie weder Zündstifte noch Metall in ihrem Inneren enthalten. Zur phasenrichtigen Zündung werden lediglich für zwei antiparallel geschaltete Relaisröhren zwei Kleinst-Thyratrons verwendet, deren synchrone Taktzeit durch Glimmrelaisröhren gesteuert wird, wobei alle Steuerspannungen stabilisiert sind.

Bild 1. Neue vollelektronische Präzisions-Punktschweißmaschine mit durchsichtiger Staubschutzhaube

Das in der Peco-Feinpunktschweißmaschine in Form eines Einschubkastens eingebaute Steuergerät **(Bild 2)** erfüllt folgende Forderungen:

1. Vollständig relais-, schütz- und stufenschalterloses Schweißen.
2. Einstellbare Periodenzahl (netzsynchron): ½, 1, 2, 3, 4 Perioden.
3. Alle Halbwellen und vollen Perioden sind zur Feinregulierung unter einem Winkel von 15 bis 165° elektrisch anschneidbar, entsprechend einer kontinierlich regelbaren Schweißzeit von 0,001 bis 0,08 sec.

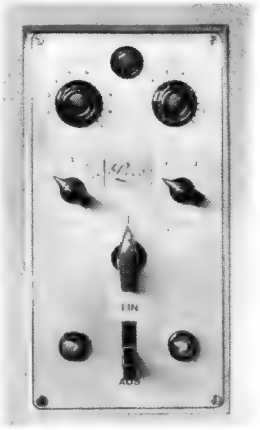


Bild 2. Frontplatte des Steuergerätes der neuen Peco-Punktschweißmaschine

4. Spitzenschaltleistung 25 kVA; Anschluß an 220 und 380 V.
5. Garantierte Zeitgenauigkeit auch bei ± 10 % Netzspannungsschwankung.
6. Geringer Raumbedarf: ca. 380 × 280 × 175 mm.
7. Die Netzbelastung ist nicht größer als der tatsächliche (effektive) Schweißstromverbrauch.
8. Universelle Verwendbarkeit.
9. Höchste Schweißpräzision, Arbeitsgeschwindigkeit und Geräuschlosigkeit.
10. Das Gerät ist durch Anordnung von Doppelpotentiometern und Doppelperiodenwahlschaltern mittels Tischumschalters handgerecht für zwei verschiedene Schweißungen schnellstens umschaltbar.

Der Einschubkasten kann gegen einen gleichen, jedoch nur für Halbwellenbetrieb ausgestatteten ausgetauscht werden (Verschweißen von nur dünnsten Blechen und Drähten).

Die Maschine ist in erster Linie für die elektrische, mechanische und optische Feinindustrie gedacht. Sie verschweißt feinste Drähte, Streben und Bleche, aber auch (je nach Material) Drähte über 1 mm ⌀ sowie Ms-Blech 0,6 auf 0,6 mm bzw. Fe-Blech 1 auf 1 mm.

Unter Verwendung des beschriebenen Steuergerätes wurde ferner eine sehr handliche Feinst-Schweißzange (Gewicht: 250 g) entwickelt. Hierfür wurde lediglich ein kleiner Spezialschweißtransformator in das vollelektronische Steuergerät mit eingebaut, und die Zange an einem 70 cm langen Kabel befestigt. Auch diese Zange schweißt feinste Drähte und Bleche; sie ist jedoch vorwiegend für Verdrahtungsarbeiten im elektrischen Gerätebau bestimmt.

(Nach Unterlagen der Schweißmaschinenfabrik Peco, Rudolf Bocks, München-Pasing.)

Regeltransformatoren

Regeltransformatoren dienen dazu, abweichende Netzspannungen zu korrigieren und den Geräten stets die richtige Nennspannung zuzuführen. Gerade beim Fernsehen ist es wichtig, daß der Empfänger mit der vorgeschriebenen Netzspannung betrieben wird. Spannungsabweichungen können sich in schlechter Bildwiedergabe und unsauberem Ton äußern. Die Asa-Regeltransformatoren gestatten die ständige Spannungskontrolle an einem eingebauten Voltmeter. Sie werden in zwei Typen geliefert (78 und 95 DM). Hersteller: Asa-Transformatoren- und Apparatebau, Alexander Schalow, Arolsen-Waldeck.

Vorschläge für die WERKSTATTPRAXIS

Bruchsichere UKW-Bandkabel für Außenmontage

Eine häufige Störquelle an Außenantennen bildet erfahrungsgemäß das als Ableitung dienende Bandkabel. Zwar ist es durch Verwendung von schwarzen Lupolen gegenüber Witterungseinflüssen wesentlich verbessert worden (siehe FUNKSCHAU 1954, Heft 2, Seite 36), dies gilt aber nur hinsichtlich des Schutzes der Leiter gegen Korrosion. Die Bruchfestigkeit solcher Kabel müßte jedoch ebenfalls noch verbessert werden. Schwere Stürme haben dies zur Genüge bewiesen.

Die Hauptursache von Kabelbrüchen ist weniger im Isoliermaterial, als vielmehr in dem verhältnismäßig starren Leitermaterial zu suchen Die beiden Leiter bestehen in der Regel aus verseilter Kupferlitze mit je etwa sieben Einzeladern. Diese Litze besitzt eine nur geringe Knickfestigkeit. Man muß bedenken, daß ein Bandkabel bei Außenmontage — nur von dieser ist hier die Rede — dem Wind eine viel größere Angriffsfläche bietet, als etwa ein Koaxialkabel. Bei starken Böen wechselnder Richtung treten bei einem frei gespannten Bandkabel nicht nur Zugkräfte, sondern auch erhebliche Torsionskräfte auf. Hinzu kommt im Winter eine Gewichtserhöhung infolge Vereisung, außerdem wird das Lupolen in der Kälte starrer.

Es wäre daher zu begrüßen, wenn die Industrie ein für Außenmontage bestimmtes Bandkabel schaffen würde, bei dem als Leitermaterial hochflexible Litze aus Phosphorbronze benutzt wird. Eine gleichzeitige Erhöhung der Anzahl der Einzeladern auf das vier- bis fünffache wäre ebenfalls angebracht. Es sei daran erinnert, daß normale Antennenlitze aus 40 bis 50 Einzeladern besteht. Der erhöhte Preis eines solchen Kabels würde von Interessenten gern in Kauf genommen werden, denn Reparaturen an Außenantennen erfreuen sich keinerlei Beliebtheit.

Selbstverständlich kann man die Bruchgefahr von Bandkabeln durch ausgiebigen Gebrauch von Stützilosatoren stark herabsetzen, aber leider hat die Luft keine Balken, womit gesagt werden soll, daß es sich in der Praxis oft nicht vermeiden läßt, die Ableitung über mehr oder weniger lange Strecken freitragend zu verlegen.

Ernst Nieder

Was sagt die Industrie hierzu?

Wir legten diesen Vorschlag einigen maßgebenden Antennenfirmen zur Stellungnahme vor und entnehmen aus den Antworten die nachstehenden wichtigen Argumente.

Aus diesen Antworten geht hervor, daß mit der Einführung eines schmiegsameren und damit teureren UKW-Bandkabels aus verschiedenen, wohl erwogenen Gründen kaum zu rechnen ist. Dagegen wird die Notwendigkeit unterstrichen, das UKW-Bandkabel fest installiert zu verlegen. Die verschiedenen von der Industrie gefertigten Kabelstutzen, Dachrinnenisolatoren usw. dienen nicht nur dem guten Aussehen, sondern sie sollen in der Hauptsache Kabelbrüche verhindern! Außerdem ist das Bandkabel mit 240 Ω Wellenwiderstand und Litzen aus sieben Einzeladern inzwischen genormt worden.

Hirschmann (Esslingen/Neckar). Der Vorschlag, die Adern des UKW-Kabels feiner zu unterteilen, würde sicher eine geringere Empfindlichkeit gegen Knicken und Flattern im Wind mit sich bringen. Wahrscheinlich wäre aber die Montage schwieriger, da die dadurch entstandenen feinen Einzeladern in einer Schutzhülle zusammengefaßt oder verlötet werden müßten, um einwandfrei geklemmt zu werden.

Kathrein (Rosenheim/Oberbayern). Grundsätzlich sollte Bandleitung zur Vermeidung von Stoßstellen bzw. Änderungen des Wellenwiderstandes nicht scharf geknickt werden. Schließlich handelt es sich hierbei um keine flexible Anschlußleitung, sondern um eine fest zu installierende Leitung. Der Aufbau der Leiter aus einer Litze mit sieben Einzeldrähten wurde inzwischen bereits als Norm vorgeschlagen.

Telo (Hamburg-Wandsbek). Der Preis für die vorgeschlagene Leitung würde die derzeitigen Notierungen um ein Beträchtliches überschreiten. Die zur Zeit vorhandenen Bandkabelausführungen stellen die günstigste Lösung zwischen Flexibilität und Dämpfung sowie dem Preis dar.

Die Fensterscheibe als Isolierdurchführung

Da der Funktechniker oft in die Lage versetzt wird, eine Antennenzuführung möglichst verlustfrei durch ein Fenster zu führen, dabei aber nicht den Fensterrahmen beschädigen darf, hat sich folgende Methode gut bewährt: Man bohrt ein Loch in die Scheibe und hat so die Möglichkeit, ohne weitere Isoliermittel die Antenne direkt durch die Scheibe durchzuführen.

Ein Hilfsmittel, das erlaubt, in ganz kurzer Zeit ein sauberes Loch in Glas zu bohren, ist eine kleine Dreikantfeile und etwas Terpentin. Die Feile wird an der Spitze so angeschliffen, daß ein Dreikant mit zwei gleich langen und einem kurzen Schenkel entsteht. Die so entstandene Spitze taucht man in Terpentin, setzt sie an die zu bohrende Scheibe an und führt unter ganz geringem Druck bohrende Bewegungen durch. Bei mir ist noch nie vorgekommen, daß eine Scheibe auch nur angeplatzt wäre.

K.-H. Bürgel

Der Franzis-Verlag teilt mit

Die Große Deutsche Rundfunk-, Fernseh- und Phono-Ausstellung in Düsseldorf, Auftakt für die neue Saison unseres Fachgebietes, soll auch unseren regelmäßigen Verlagsmitteilungen einen neuen Impuls geben. Dies um so mehr, als wir für die neue Saison mehrere wichtige Neuerscheinungen und eine Reihe von Neuauflagen vorbereitet und fertiggestellt haben. Alle diese nachstehend verzeichneten neuen Auflagen, die teilweise lange Zeit vergriffen waren, sowie die Neuerscheinungen sind prompt lieferbar und können durch jede Buch- und Fachhandlung und unmittelbar vom Verlag bezogen werden.

1. Das große **Röhren-Handbuch** von Ingenieur Ludwig Ratheiser, das wir in Gemeinschafts-Produktion mit dem Erb-Verlag in Wien herausbrachten, erschien rechtzeitig zur Funkausstellung. Es ist ein Glanzstück der röhrentechnischen Literatur: 300 Seiten im Format 22 x 30 cm, 2500 Bilder, davon 1400 Sockelschaltungen, 275 Röhrentafeln, 16 Tabellen, **Preis 24 DM.** Ratheiser besitzt ein seltenes Geschick für die Darstellung der Röhrentechnik; es ist seine Stärke, eine größtmögliche Fülle an technischen Daten und Schaltungseinzelheiten in verständlichster Form darzubieten. Das Buch sollte bei keinem Techniker, in keinem Labor, keiner Werkstatt fehlen. Der Preis für ein solches Handbuch, das fast 1000 Gramm wiegt, kann nicht niedrig sein; in Anbetracht des Gebotenen ist das Buch jedoch erstaunlich preiswürdig.

2. **Leitfaden der Radio-Reparatur,** dieses seit langem angekündigte Werkstatt- und Reparaturbuch von Dr. Adolf Renardy, ist jetzt gleichfalls lieferbar: 288 Seiten, 147 Bilder, 14 Tabellen, in Ganzleinen **17 DM.** Es ist ein moderner Reparatur-Leitfaden für Rundfunkempfänger jeder Art, der den UKW-Teil sehr ausführlich berücksichtigt, aus der Praxis der Werkstatt heraus entstanden und für diese bestimmt ist. Sein besonderer Wert liegt darin, daß es keine Beschreibung von Zangen und Schraubenziehern, wohl aber hunderte erprobter Reparatur-Anleitungen bringt und zur systematischen und qualitativ hochwertigen Empfänger-Instandsetzung hinleitet.

3. Die neue, 2. Auflage des Buches **Der Fernseh-Empfänger** von Dr. Rudolf Goldammer ist genau richtig zur Funkausstellung fertig und lieferbar geworden: 184 Seiten, 275 Bilder, 5 Tabellen, in Ganzleinen **14 DM.** Das Buch wuchs von 144 auf 184 Seiten, von 217 auf 275 Bilder. Es ist z. T. das fernsehtechnische Gegenstück zum „Leitfaden", beschränkt sich aber nicht auf den übrigens sehr eingehend dargestellten Service, sondern behandelt Schaltung und Funktion der Fernsehempfänger, wobei die dem Durchschnitts-Radiotechniker besonders schwierig erscheinende Impulstechnik so erörtert wird, daß sich wirklich jeder Techniker gut hineinfindet. Nicht zuletzt aus diesem Grunde wird der „Goldammer" für viele Fernseh-Service-Kurse als Leitfaden gebraucht.

4. Unter den praktischen, preiswerten Ganzleinen-Taschenlehrbüchern ist die **Formelsammlung für Radio-Praktiker** von Dipl.-Ing. Georg Rose nunmehr lieferbar: 144 Seiten, 170 Bilder, in Ganzleinen **5.60 DM.** Für das Radio- und Fernsehtechniker-Handwerk, speziell für die Gesellen- und Meisterprüfung, ist dieses Buch unentbehrlich.

5. Für den Radiohändler ist die neue **3. Ausgabe** der **Taxliste 1955/56** wichtig. Von allen Seiten dringend erwartet, bringt sie wieder die neuesten Taxpreise für die Rücknahme gebrauchter Empfänger, und zwar diesmal der Jahrgänge 1948/49 bis 1953/54. Die Taxliste ist umfangreicher geworden (34 Seiten), sie erschien in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Radio- und Fernseh-Fachverband e. V. Ihr Preis: **3.30 DM.**

6. **Die Radio-Praktiker-Bücherei ist jetzt wieder fast vollständig lieferbar;** sämtliche Nummern, die im letzten halben Jahr vergriffen waren, wurden in meist neu bearbeiteter Form nachgedruckt, einige wenige restliche befinden sich in Arbeit. In den letzten Wochen bzw. Monaten wurden lieferbar:

Antennen für Rundfunk- und UKW-Empfang (Herbert G. Mende). 6. und 7. Aufl. 64 Seiten, 30 Bilder, 7 Tabellen. Nr. 6. Preis 1.40 DM.

Magnetbandspieler-Selbstbau (Wolfgang Junghans). 4. und 5. Aufl. 128 Seiten, 102 Bilder, zahlreiche Tabellen. Nr. 10/10a. Preis 2.80 DM.

Schliche und Kniffe für Radiopraktiker (Fritz Kühne). 5. und 6. Aufl. 64 Seiten, 57 Bilder. Nr. 13. Preis 1.40 DM.

Widerstandskunde für Radio-Praktiker (Dipl.-Ing. Georg Hoffmeister). 3. Aufl. 64 Seiten, 9 Bilder, 4 Nomogramme, 6 Tabellen. Nr. 16. Preis 1.40 DM.

Rundfunkempfang ohne Röhren. Vom Detektor zum Transistor (Herbert G. Mende). 5. Aufl. 128 Seiten, 94 Bilder, 12 Tabellen. Nr. 27/27a. Preis 2.80 DM.

Die Glimmröhre und ihre Schaltungen (Otto Paul Herrnkind). 3. Aufl. 64 Seiten, 88 Bilder. Nr. 28. Preis 1.40 DM.

Sender-Baubuch für Kurzwellen-Amateure I. Teil (Ing. H. F. Steinhauser). 4. Aufl. 128 Seiten, 56 Bilder, 9 Konstruktionszeichn. Nr. 31/32. Preis 2.80 DM.

Desgl., II. Teil. 128 Seiten, 52 Bilder, 12 Konstruktionszeichn. Nr. 66/67. Preis 2.80 DM.

Kleine Fernsehempfangs-Praxis (P. Marcus). 2. Aufl. 192 Seiten, 189 Bilder (über 300 Einzelbilder), 2 Tabellen. Nr. 52/54. Preis 4.20 DM.

Die Widerstand-Kondensator-Schaltung (RC-Schaltungstechnik; Reinhard Schneider). 2. Aufl. 64 Seiten, 59 Bilder. 4 Tabellen. Nr. 60. Preis 1.40 DM.

Englisch für Radio-Praktiker (Dipl.-Ing. W. Stellrecht und Dipl.-Ing. P. Miram). 64 Seiten. Nr. 62. Preis 1.40 DM.

Formelsammlung für den Radio-Praktiker (Dipl.-Ing. Georg Rose). 144 Seiten, 170 Bilder. Nr. 68/70. Preis 4.20 DM.

Schwebungssummer. Entwurf und praktische Ausführung (Herbert Lennartz). 64 Seiten, 42 Bilder. Nr. 78. Preis 1.40 DM.

Vergriffen und damit nicht lieferbar sind z. Z. nur noch die Nummern 2/2a, 4, 33, 50 und 55/56. Von ihnen befinden sich Nr. 4, 33, 50 und 55/56 bereits im Druck, so daß sie innerhalb weniger Monate wieder zu haben sind, während Nr. 2/2a, völlig neu bearbeitet und auf sämtliche UKW-Röhren erweitert, Ende des Jahres fertig vorliegen dürfte.

Die Freunde des Franzis-Verlages mögen aus den vorstehenden Mitteilungen ersehen, daß wir alles getan haben, um den Fachleuten und Amateuren, den „Professionals" und den Liebhabern, die beliebten Franzis-Bücher — größere Werke und RPB-Bände — in neuen Auflagen, dem jüngsten Stand der Technik entsprechend, zur Verfügung zu stellen. Darum:

Wenn Radio-Literatur, dann FRANZIS

Franzis-Verlag, München 2, Luisenstraße 17. Postscheckkonto München 57 88.

Bezug durch alle Buch- und Fachhandlungen und direkt vom Verlag.

Klimafeste Kondensatoren durch Warmtauchverfahren

Vor längerer Zeit wurde von der chemischen Industrie vorgeschlagen, Wickelkondensatoren vollständig mit sogenannten Tauchmassen zu umhüllen, statt sie, wie bis dahin in Isolierrohre zu stecken und an den Enden zu vergießen. Diese Tauchmassen, eine Mischung aus Kunstwachsen und Kunstharzen, sind weitgehend undurchlässig für Feuchtigkeit. Sie verleihen den damit umhüllten Bauelementen große Beständigkeit und lange Lebensdauer.

Die Umhüllung erfolgt, indem die vorher imprägnierten Wickel kurzzeitig ein oder mehrere Male in die erhitzte Tauchmasseschmelze eingetaucht werden. Sie überziehen sich dann mit einer allseitig abschließenden Hülle. Werden die Wickel in kaltem oder abgekühltem Zustand getaucht (Kalttauchverfahren), so besteht die Gefahr, daß Luft- und Feuchtigkeitsreste mit eingeschlossen werden und später die elektrischen Eigenschaften verschlechtern. Hinzu kommt, daß es recht schwierig ist, vakuumdichte Verbindungen zwischen Kunststoffen und Metall herzustellen. An den Kondensatorwickeln und Anschlußteilen ergeben sich also nur Klebeverbindungen geringerer Festigkeit.

Bei den Wima-Tropydur-Kondensatoren der Firma Wilhelm Westermann hat man deshalb ein verbessertes Verfahren, das Warmtauchverfahren, ausgearbeitet. Die Wickel werden hierbei zunächst

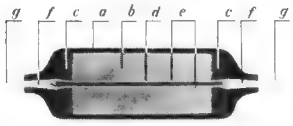
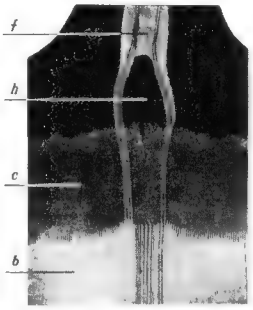


Bild 1. Schnitt durch einen Wima-Tropydur-Kondensator



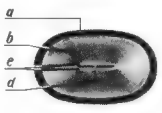
Rechts: Bild 2. Ausschnittvergrößerung der Anschlußstelle. Man erkennt die enge Verzahnung des Wickels mit der Masse

durchgängig erhitzt und der Temperatur des Tauchmassebades angeglichen. Bei der dann im Inneren der Wickel vorhandenen Temperatur erweicht deren Zusatzdielektrikum und verschmilzt und verzahnt sich mit der Schmelze der Tauchmasse. Die flüssige Tauchmasse dringt in sämtliche Kapillaren und Hohlräume des Wickels ein und füllt sie aus. Infolge der inneren Verzahnung zwischen Metallkanten und umhüllender Masse ist es hierbei möglich, auch an den Anschlußstellen vollständig dichte Verbindungen zu erzielen.

So zeigt **Bild 1** einen Schnitt durch einen Kondensator, der nach dem Warmtauchverfahren hergestellt wurde. Die dunkle umhüllende Masse a umschließt lückenlos den elektrisch wirksamen Teil b des Kondensatorwickels mit seinen Stirnseiten c, die durch den elektrisch freien Rand des Dielektrikums gebildet werden. An der Dunkelfärbung des freien Randes erkennt man deutlich die Verzahnung des umhüllenden Materials mit den Stirnseiten des Kondensatorwickels. Dies ist besonders wichtig. Die Aufnahme läßt ferner erkennen, daß die sonst einen Hohlraum bildende Wickelachse d mit dem umhüllenden Material ausgefüllt ist (Dunkelfärbung). Die Anschlußelektroden e enden in den Anschlußteilen f, die vakuumdicht in der umhüllenden Masse eingebettet sind und die sich in den Anschlußdrähten g fortsetzen.

Bild 2 zeigt eine Vergrößerung des gleichen Schnittes an der Stirnseite des Kondensators. Man sieht auch hier die Verzahnungszone zwischen umhüllender Masse und der elektrisch unwirksamen Stirnseite c. Der Hohlraum h innerhalb des Anschlußteiles f ist restlos von der Masse ausgefüllt. Die Anschlußteile f sind dabei so befestigt und verankert, daß die von innen heraustretenden Anschlußdrähte sich nur außerhalb der umhüllenden Schicht abbiegen lassen. Dies ist für die Aufrechterhaltung der Dichtigkeit von großer Bedeutung. **Bild 3** zeigt einen Querschnitt durch einen Wima-Tropydur-Kondensator und **Bild 4** einen vergrößerten Ausschnitt daraus. Auch hier ist zu erkennen, wie innig die Tauchmasse den Wickel umschließt.

Bild 3. Querschnitt durch den warmgetauchten Wickelkondensator



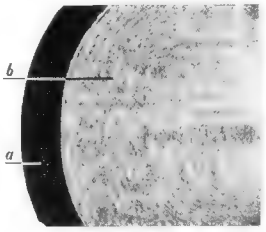
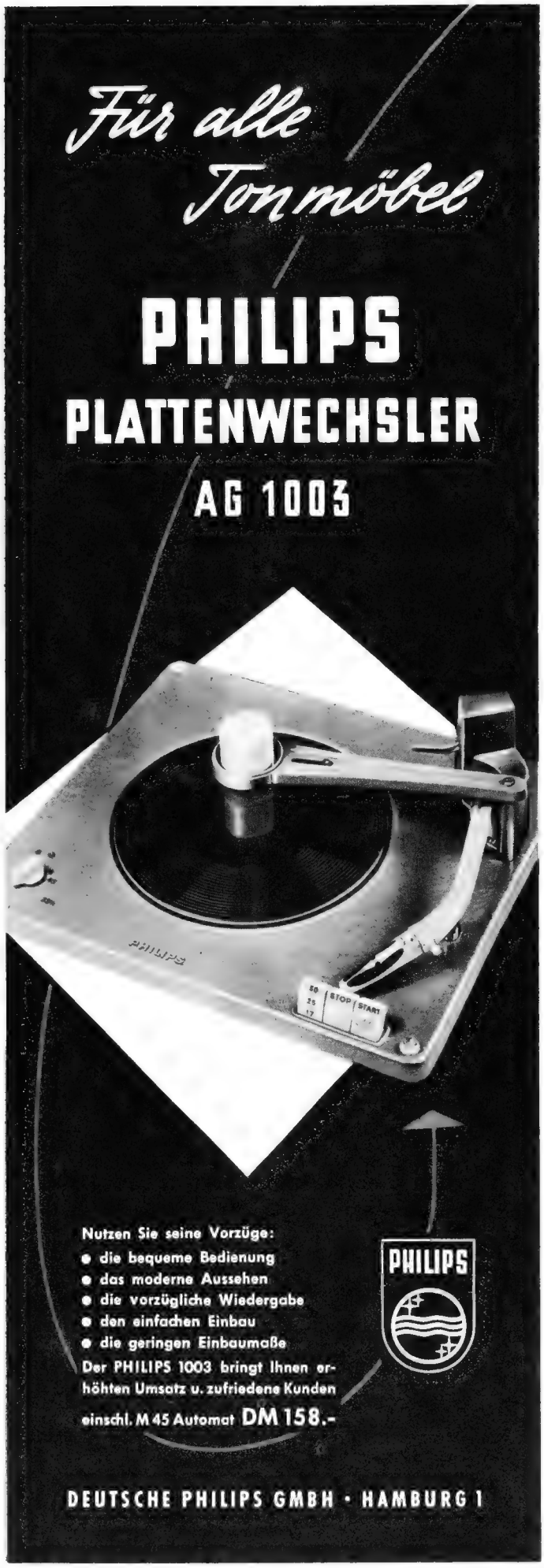


Bild 4. Vergrößerter Ausschnitt aus Bild 3; b = Wickel, a = umhüllende Tauchmasse

Wie fest beim Warmtauchverfahren der Drahtanschluß abgedichtet wird, geht aus einem einfachen Versuch hervor. Wenn man die umhüllende Masse an dieser Stelle mit einem Messer entfernt, dann lösen sich Stückchen von der übrigen Masse ab, bleiben aber am Anschlußteil haften. Selbst bei einer gründlicheren mechanischen Säuberung wird das Anschlußteil f nicht so blank, wie es vor der Aufbringung des schützenden Überzuges nach dem Warmtauchverfahren war. Es konnte festgestellt werden, daß diese ungewöhnlich gute Haftwirkung dadurch zustande kommt, daß Teile des umhüllenden Materials in die Metalloberfläche hineindiffundieren. Diese Verzahnung kann erst auf chemischen Wege oder z. B. durch Abschmelzen eines Zinnüberzuges von dem Metallteil wieder aufgehoben werden.

Nach dem Warmtauchverfahren lassen sich auch Kondensatoren mit anderem Dielektrikum, z. B. Glimmer- oder Kunststoff-Folie, herstellen. Diese Kondensatoren zeigen ähnliche Merkmale wie vorstehend geschildert. Sie sind gegen atmosphärische Einflüsse unter Berücksichtigung ihres dichten Abschlusses besonders beständig.

(Nach Unterlagen der Firma Wilhelm Westermann, Unna/Westfalen)



Scheinwiderstandsmesser

Type ZT 800/1 mit Transistor-Oszillator

Meßfrequenz: 800 Hz (ω = 5000)
Meßbereich: 0,3 Ω bis 1 MΩ
(13 Teilbereiche) (666 µF bis 200 pF)
(0,06 mH bis 200 H)
Genauigkeit: ± 3 %

Minimale Betriebskosten durch Transistor – 20 mW Leistungsentnahme aus der eingebauten Batterie – Geringes Gewicht – Kleine Abmessungen – Stoßsicheres Meßwerk mit Spannbandaufhängung – Spiegelskala – Formschönes, tiefgezogenes Stahlblechgehäuse mit Hammerschlaglackierung – Auch als 800-Hz-Prüfgenerator verwendbar – **Für Labor, Werkstatt, Montage und Kundendiensttasche**

OSKAR VIERLING · ELEKTROTECHNISCHE FABRIK
(13a) Ebermannstadt, Pretzfelder Straße 174–175 · Fernspr. Ebermannstadt 92

RADIOGROSSHANDLUNG
HANS SEGER
REGENSBURG
Tel. 2080, Bruderwöhrdstraße 12
liefert zuverlässig ab Lager:

- **Rundfunk- und Fernsehgeräte**
- **Phonogeräte und Magnetophone**
- **Koffer- u. Autosuper, Musikschränke**

und alles einschlägige Radiomaterial folgender Firmen:

Blaupunkt Dual Ebner Emud **Graetz** Ilse Imperial Kuba
Loewe-Opta Lorenz Nora Philips **Saba** Schaub Siemens **Telefunken**

Der Radio-Fachhandel kauft beim Radio-Fachgroßhandel, seinem natürlichen Partner!

SELEN-GLEICHRICHTER

für Rundfunkzwecke: (Elko-Form)
für 250 V 20 mA zu 1.45 brutto
für 250 V 30 mA zu 1.90 brutto
für 250 V 40 mA zu 2.40 brutto
für 250 V 60 mA zu 2.80 brutto
sowie andere Typen liefert:

H. KUNZ, Gleichrichterbau
Berlin-Charlottenburg 4, Giesebrechtstr. 10

TRANSFORMATOREN

Serien- und Einzelanfertigung aller Arten
Neuwicklungen in drei Tagen

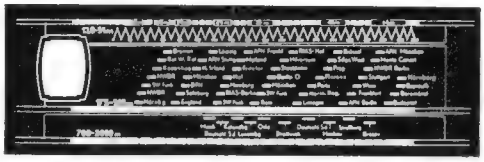
Herbert v. Kaufmann
Hamburg-Wandsbek 1
Rüterstraße 83

Werbung ist wichtig!
Preisschilder Prospekte
für Rundfunk-, Fernseh- und Phonogeräte
Verlag Rolf Döring
(21a) **Mennighüffen/Westf.**
Verlangen Sie kostenlos Muster!

Industrie-Restposten
in **Röhren** und **Material**
zu kaufen gesucht
Preisangebote erbeten an:
Heninger München
Schillerstr. 14, Tel. 59 26 06

Tempo
Die Qualitäts-Schallplatte mit dem niedrigen Preis
Lieferung durch:
HANS DATZ Ing.
Radio- u. Elektrogroßhandlung
AMBERG/OBERPFALZ

Lautsprecher und **Transformatoren**
repariert in 3 Tagen gut und billig
RADIO ZIMMER
SENDEN/Jller



Neue Skalen für alle Geräte
BERGMANN-SKALEN
BERLIN-SW 29, GNEISENAUSTR. 41, TELEFON 66 33 64

Wir verkaufen:
Steuerquarze
2 polig, TK 3 · 10^{-6}/° C mit Frequenzgenauigkeit $+2 \cdot 10^{-5}$. Fabrikat Quarzkeramik in folg. Frequenzen: 3 kHz, 100, 300, 468, 473, 474, 500, 1000, 2830, 3800, 5400, 7000, 10 000, 16 500 26 000 u. 35 000 kHz
Preise · Liste minus 60 %
FESCO, Düsseldorf 10
Freiligrathstraße 28

Welche Großhandlg. lief. verbilligte Röhren, auch US-Röhren? Anschrift unter Nr. 5836 N

Reparaturen an Meßinstrumenten
werden preiswert und fachmännisch ausgeführt!
Völkner
BRAUNSCHWEIG · ERNST-AMME-STRASSE 11

Gleichrichter-Elemente
und komplette Geräte liefert
H. Kunz K. G.
Gleichrichterbau
Berlin-Charlottenburg 4
Giesebrechtstraße 10

Universal-Taschen-Meßgerät 630
Unentbehrlich für die Werkstätte und für den technischen Außendienst · 5 000 Ω/Volt bei Gleich- und Wechselspannung · 26 Meßbereiche, Nettogewicht ca. 500 g
Instrument mit Meßschnüren . . . . netto **DM 82.-**
Hochspannungs-Meßkopf HV1 . . . netto **DM 42.-**
Bereitschaftstasche . . . . . **DM 6.-**

RADIO-RIM
Versand-Abteilung München 15, Bayerstr. 25 a
Verlangen Sie Angebot 630!

- ein Star ohne Launen

1 = 4 für Fließband u. Service - 20 bis 80 Watt umsteckbar! Schuko. Isol. 1250 V. Zunderfest. Schwenkfuß. Lötbadkombination. - Drucksache 855 FS.

Tonangebende Werke haben ihn erprobt!

LÖTRING · BERLIN

Achtung! Industrie-Labors!

Magnetische Spannungs-Konstanthalter

Leistung: 10 VA bis 200 VA

Genauigkeit bis 1 % b. Primärschwankung. ± 15 %

Bisheriger Stabilisierungsaufwand entfällt, daher billiger Aufbau hochempfindlicher Meßgeräte

Hochkonstante Heiz- und Anodenspannungen durch magnetisch stabilisierte Übertrager

Anfragen mit Ihren genauen Wünschen an:

Radio-Taubmann Nürnberg
Vord. Sterngasse 11 - Seit 1928 - Abt.: Trafo-Wickelei
Einzel- und Serienfertigung aller Größen

WALTER ARLT

für nur eine einzige DM erhältlich.

Radio-Einzelteile-Katalog 1955

unübertroffen u. konkurrenzlos!
210 Seiten, Din A5, illustriert

Jeder Funkfreund kennt den Walter-Arlt-Radio-Katalog, jahrzehntelang wird dieser verbessert, so daß sich heute dieses umfangreiche „Werk" auf einem kaum noch zu übertreffenden Stand befindet.

Unser Katalog bietet unbestritten die größte Auswahl auf dem Sektor der Rundfunkbastelteile, einschließlich aller verwandten Gebiete.

Er ist jedoch nicht allein für jede Werkstatt eine Fundgrube, sondern trägt auch den Bedürfnissen der Industrie, der Hochschulen und Laboratorien usw. voll Rechnung.

Der Katalog enthält keinerlei Inserate, dafür um so mehr sachliche Beschreibungen und Erläuterungen.

Kein Katalog in ganz Deutschland kann darüber hinaus eine derart reichhaltige und präzise Bebilderung aufweisen.

Es ist unser Prinzip, dem Interessenten die angebotenen Artikel so greifbar wie nur irgend möglich vor Augen zu führen.

Es ist daher kein Risiko mehr, auf dem Versandwege einzukaufen. Dies beweist allein der große Stamm unserer zufriedenen Versandkundschaft im In- und Ausland.

Es ist selbstverständlich, daß die Kosten für einen solchen Katalog viel höher sind, doch wir wollen ihn jedem zugänglich machen.

Wir erheben daher nach wie vor nur 1.— DM Schutzgebühr für unseren Katalog, die bei Wareneinkauf in Höhe von 20.— DM durch einliegenden Gutschein vergütet wird.

Wiederverkäufer, Industrie und Laboratorien erhalten eine Rabattliste.

Industriefirmen, Hochschulen und Laboratorien erhalten bei Anforderung auf Original-Bestellschein ein Exemplar kostenlos.

Lieferung gegen Vorauskasse von 1.— DM, zuzüglich 25 Pfg. Porto, in Briefmarken oder durch Postscheck; auch per Nachnahme in Höhe von 1.80 DM.

Deutschlands größte Röhrensonderliste und Deutschlands reichhaltigste Meßgeräte- und Meßinstrumentenliste **kostenlos.**

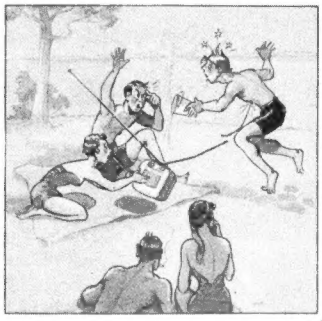
ARLT-RADIO-VERSAND, WALTER ARLT

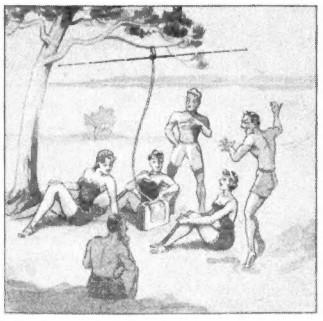
BERLIN-NEUKÖLLN FS Westsektor	BERLIN-CHARLOTTENBURG FS Westsektor	DÜSSELDORF FS
Karl-Marx-Straße 27	Kaiser-Friedrich-Str. 18	Friedrichstraße 61 a
Postscheck: Berlin-West 197 37		Postscheck: Essen 373 36
Telefon 601105	Telefon 346604	Telefon 80001

BERU Funkentstörmittel

ENTSTÖR-ZÜNDKERZEN
ENTSTÖR-KONDENSATOREN
ENTSTÖR-STECKER usw.
Für alle Wellenbereiche

BERU VERKAUFS-GESELLSCHAFT MBH., LUDWIGSBURG





so oder so

können Sie eine ROKA-Kofferantenne verwenden. Die Lösbarkeit vom Gerät ist aber ein Vorteil, den Ihnen nur eine ROKA-Antenne bietet.

Dipol ab DM 9.-
Verlängerungskabel DM 6.-
Tasche DM 3.-

ROKA ROBERT KARST, Berlin SW 29, Gneisenaustraße 27

Peco **SCHWEISS-MASCHINEN**

NUR IN QUALITÄTSAUSFÜHRUNG

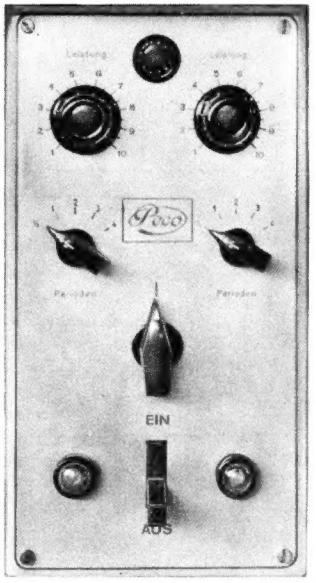
Neuentwicklung

Vollelektronische Präzisions-Punktschweißmaschine
Modell FP 1

ohne mechanisches Schaltschütz, Stufenschalter, Asynchron-Relais

mit Regelung v. Schweißstrom u. Schweißzeit (1/2, 1, 2, 3, 4 Perioden) durch Phasenanschnitt, synchroner Schaltung durch Röhr., austauschbaren Steuer-Einschüben

für Fein- und Feinstpunktschweißung. vorwiegend haardünn. Drähte und Metallfolien z. B. in der Glühlampen- und Röhren-Industrie sowie in der mechanischen, optischen und Elektro-Industrie.



Steuergerät-Frontplatte

Höchste Schweißpräzision, Schweißgeschwindigkeit und Geräuschlosigkeit. Max. Schweißleistung: Fe 1,0 + 1,0 mm
Ms 0,6 + 0,6 mm

Praktische Schweißvorführungen auf unserem Ausstellungsstand 5102/5201, Halle 5, Werkzeugmaschinenausstellung Hannover 1955

Peco Elektrische Schweißmaschinenfabrik
RUDOLF BOCKS · MÜNCHEN-PASING

Größeres Werk der chemischen Industrie im Bezirk Köln sucht einen jüngeren

RUNDFUNKMECHANIKER

mit Kenntnissen in der Hf-, Nf- und Regeltechnik für Arbeiten im Laboratorium. Interessenten mit Wohnort im Raum Köln wollen Ihre Bewerbung mit Lebenslauf und Zeugnisabschriften richten an den Franzis-Verlag, unter Nummer 5934 F.

Rundfunkfachgeschäft in Nordrhein - Westfalen sucht **Rundfunkmechanikermeister**

Angebote mit Eintrittsdatum und Gehaltsansprüchen unt. Nr. 5928 L

Gesucht wird:

1 Rundfunk-Mechaniker

Bewerber muß versiert sein in Einbau und Reparatur von **Autoradio-Geräten.**

Eilzuschriften m. Lebenslauf, Berufsbild und Zeugnissen sind zu richten unter Nr. 5925 B an den Verlag.

Tüchtiger jüngerer

Radiomechaniker

best. geeignet für Verkauf u. Kundendienst von Radiofachgesch. in Kreishauptstadt Niederb. gesucht.

Angebote mit den übl. Unterl. unt. Nr. 5935 K

FACHMANN perf. und selbständig, guter Verkäufer, vom ältesten und größten Nürnberger Fachgeschäft (1000 qm. Geschäftsräume in 6 Etagen, Radio-, Fernseh- und Elektro-Abteilung, Phonobar u. Reparatur-Betrieb), in sehr gute Vertrauens- und Dauerstellung gesucht.

Arbeitsgebiet: Verkauf, TZ - Geschäft, Kundendienst, Außendienst und dgl.

Angebote mit kurzem Lebenslauf an **RADIO-PRUY** · Nürnberg
KÖNIGSTRASSE 58, TELEFON 26024

Welche Fa. benötigt jung. strebsamen **Techniker** 25 Jahre, led., Abit., Werkmeisterausbildung, -. gelernt. Rundfunkmechaniker, industrieerfahren mit besten Referenzen, für interessante meßtechn. Aufgaben, zur Überwachung elektronischer Anlagen usw.? Angebote unter Nummer 5926 M erbeten

ENTWICKLUNGSINGENIEUR

für Rundfunkgeräte, Konstrukteur erfolgreicher Nachkriegstypen, mit umfassenden Kenntnissen und Erfahrungen, auch auf dem UKW-Gebiet, seit 1938 in Industrielabors tätig, z. Z. in ungekündigter Stellung als Leiter einer Entwicklungsgruppe, sucht neuen Wirkungskreis in einer kleineren, aufstrebenden Firma.

Zuschriften erbet. unt. Nummer 5924 H

Langjähriger eingef. Handelsvertreter übernimmt noch für den Bezirk 22 c

Vertretung oder Auslieferungslager

in Radio- und Phonozubehör, sowie Ela-Technik

Angebote unt. Nummer 5927 W an den Franzis-Verlag, München 2, Luisenstr. 17

Existenz!

Fernseh-Radio-Fachgeschäft, bestens eingeführt, konkurrenzlos, mit gut eingerichteter Werkstatt, sonniger 3½-Zimmer-Wohnung (**kein** BKZ) und Garage in nördlicher Kreisstadt Niedersachsens wegen Auswanderung sofort zu verkaufen.

Eilangebote unter Nummer 5933 H

KLEIN-ANZEIGEN

Anzeigen für die FUNKSCHAU sind ausschließlich an den FRANZIS-VERLAG, (13 b) München 2, Luisenstraße 17, einzusenden. Die Kosten der Anzeige werden nach Erhalt der Vorlage angefordert. Den Text einer Anzeige erbitten wir in Maschinenschrift oder Druckschrift. Der Preis einer Druckzeile, die etwa 25 Buchstaben bzw. Zeichen einschl. Zwischenräumen enthält, beträgt DM 2.—. Für Zifferanzeigen ist eine zusätzliche Gebühr von DM 1.— zu bezahlen.

Zifferanzeigen: Wenn nicht anders angegeben, lautet die Anschrift für Zifferbriefe: FRANZIS-VERLAG, (13 b) München 2, Luisenstraße 17.

VERKAUFE

Verk. DEAC Stahlakku 10 FC 98/12 V/30 Ah in Geh. DM 90.—. Trafo 220/380 V 400 W DM 40.-. Adolf Heinl, Nürnbg., Düppelerstraße 11

METZ-Tonbandger. m. 2 Tonb. u. Mikr. neuw. DM 148.-. SONOR-Tonbandgerät m. 5 Kasetten und Löschdr. neu DM 338.-. Plattenspieler PE 6/12 V 78 U/m, neuw. DM 68.-. **Radio-Pfau, (16) Borken**

Weg. Lagerräumung z. verk.: Magnettonband a. Plexiglasspule 180 m DM 7.—, dto. a. Plexiglassp. 350 m DM 12.—, für 19 cm u. weniger Geschw. dto. freitrag. auf 70 mm Kern, 1000 m DM 14.—, f. 76 u. 38 cm Geschw. Zuschr. unter Nr. 5610 V

45-W-Verstärker m. 6 Lautspr. u. Mikr. neuw. Zusch. unt. Nr. 5929 E

Dynam. Handmikrofon kompl. mit Übertrager Fabr. Beyer, Zuschr. unter Nr. 5930 F

Verk.: DG 9-4, DG 9-3 à 25.- DM, Feldfernspr. 33 à 28.- DM, Rosenthal-Pot. 100 W 500 Ω, 100 W 800 Ω à 6.- DM. Zuschr unter Nr. 5931 W

2 St. neuw. AEG-Tonbandgeräte AW 2 (Koffer), neuester Ausfg. weit unt. Anschaffungspreis abzugeben. Zuschriften unt. Nr. 5932 F

AW 1 von AEG modernisiert und AW 1 z (2 Koffer). Siemens Exponential-Doppeltrichter-Lautsprecher Type 6 S Ela 3701. A. Bankstahl, Hemer (Sauerland), Hauptstr. 172

SUCHE

Gle 10000/1/4, STV 280/80, AL 5, RV 210, RS 337, LS 50 und andere Röhren zu günstig. Bedingungen. **Hans Hermann Fromm,** Berl.-Friedenau, Hähnelstr. 14

Suchen Röhren RV 2, 4 P 700 in größeren Posten. Angebote unter Nr. 5898 M

Radioröhr. jeder Type kauft geg. Kasse TEKA, Weiden/Opf. 68

Radio-Röhren, Spezialröhr., Senderöhr. geg. Kasse z. kauf. gesucht. **Krüger,** München 2, Enhuberstraße 4

Labor-Meßgeräte usw. kft. lfd. Charlottenbg. Motoren, Berlin W 35

Telegrafenrelais, Bosch MP-Kondensatoren u. Röhren kauft Nadler, Berlin-Lichterfelde, Unter den Linden 115

Radio-Röhren, Spezial-Röhren kauft geg. bar Schnürpel, München, Heßstr. 74

Röhren-Angeb., ganze Restposten stets erw. Großvertr. Hacker, Berlin-Neukölln, Silbersteinstraße 5/7

TRANSFORMATOREN

für Netz, NF-Technik u. Elektronik, Modulations- und Spezialübertrager. Neuanfertigung und Reparatur. **Lautsprecherreparaturen.** 20 jährige Praxis.

ING. HANS KÖNEMANN
Rundfunkmechanikermeister
HANNOVER · UBBENSTRASSE 2

Achtung! - Werkstätten!

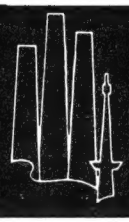
Block-Kondensatoren — fabrikneue Ware — sortiert in gängigen Werten solange Vorrat 200 Stück . . . . . DM **5.-**
zuzüglich Nachnahme - Spesen und Porto

Radio-Taubmann, NÜRNBERG
Vord. Sterngasse 11 · Seit 1928

Röhren- u. Material-Sortimenter für den Fachhandel
BERLIN-NEUKÖLLN, SILBERSTEINSTR. 5/7

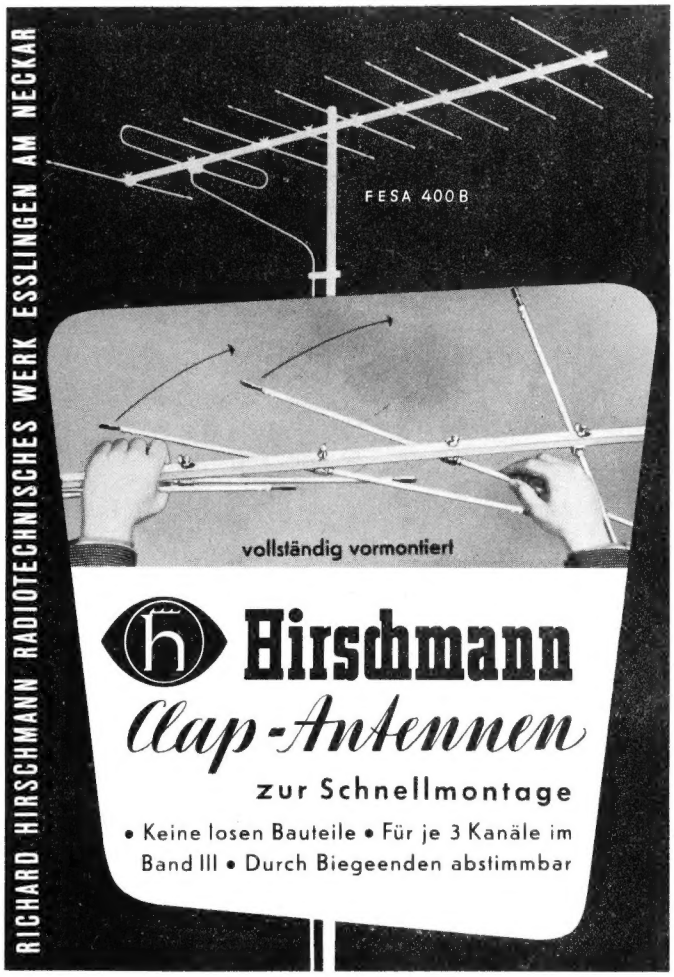
Gleichrichter für alle Zwecke, typenmäßig und Sonderanfertigungen, **liefert in bekannter Qualität.**
Einzelne Gleichrichtersätze und Trafos.

H. KUNZ, KG., Gleichrichterbau, **Berlin-Charlottenburg 4,** Giesebrechtstr. 10, Tel. 322169



DEUTSCHE INDUSTRIEAUSSTELLUNG BERLIN 1955 · 24. IX. BIS 9. X.

RICHARD HIRSCHMANN RADIOTECHNISCHES WERK ESSLINGEN AM NECKAR



Hirschmann
Clap-Antennen
zur Schnellmontage
• Keine losen Bauteile • Für je 3 Kanäle im Band III • Durch Biegeenden abstimmbar

NEU:

Miracord 8 M, der ELAC-Wechsler mit ELAC-Magnet-Ton-System!

Informieren Sie sich bitte sogleich über dieses Spezialgerät mit der überraschenden Natur-Ton-Wiedergabe durch das ELAC MST 2 und dem Phono-Vorverstärker ELAC PV 1.

Fordern Sie bitte auch Druckschriften über MIRACORD 5 und 6 sowie MIRAPHON 10 und 11 direkt von unserem Kieler Werk an.

Es hat sich bei Musikmöbel-Interessenten inzwischen herumgesprochen: Erst einmal hineingeschaut, ob ein ELAC eingebaut.

ELAC ELECTROACUSTIC GMBH KIEL

Kosten sparen + Verluste vermeiden = **mehr verdienen**

Drei echte RAVE-Neuheiten verhelfen Ihnen hierzu:

1. Verkaufsstatistik-Buch Nr. 15

kontrolliert den Erfolg Ihrer Werbemaßnahmen, so daß Sie Ihr gutes Geld künftig nur noch für erfolgreiche Werbung ausgeben werden, es spezifiziert Ihren Umsatz nach Zahlungsart, Gerätearten und Preisklassen und verschafft Ihnen ein klares Bild von der Struktur Ihres Geschäftes. Das richtige Buch für den Chef!

Ausf. A 24 Blatt, geheftet . . . . . DM **4.50**
Ausf. B 48 Blatt, gebunden . . . . . DM **10.50**
Ausf. C 96 Blatt, gebunden . . . . . DM **15.-**

2. Altgeräte-Buch Nr. 25

zur Kontrolle der ein- und ausgehenden Altgeräte mit Nachweis der Instandsetzungskosten mit Röhren- und Materialverbrauch, Ein- und Verkaufspreis. Ihre Verluste an den in Zahlung genommenen Altgeräten können Sie dem Finanzamt mit diesem Buch glaubhaft nachweisen!

Ausf. A 24 Blatt, geheftet . . . . . DM **3.-**
Ausf. B 48 Blatt, gebunden . . . . . DM **7.-**

3. Klarsicht-Mappe Nr. 22

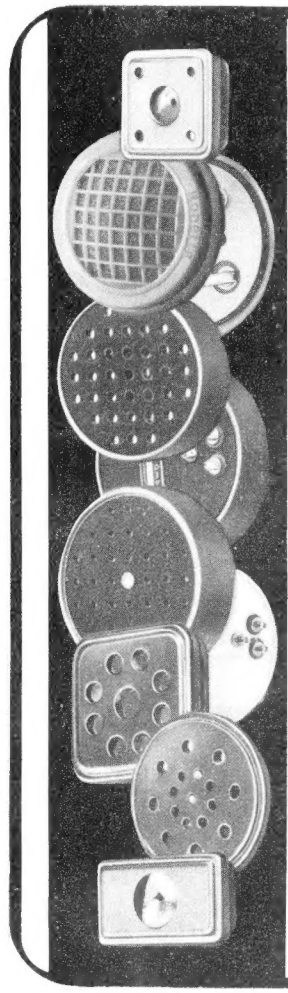
die elegante und äußerst praktische Dauer-Preisliste mit Einband in Saffian-Narbung blau und schwarz lieferbar. Neuartige Ringmechanik zur Aufnahme von 15 Klarsichttaschen. Die neuen Preislisten für alle deutschen Röhren mit Angabe der Hersteller, Batterien, Antennenmaterial und Schallplatten werden kostenlos beigefügt.

Mappe leer . . . . . DM **9.60**
Klarsichttaschen . . . . . je Stck. DM **1.-**

Lieferung gegen Nachnahme zuzüglich Versandselbstkosten.

Weitere RAVE-Vordrucke für den Radio- und Fernsehhandel: Wareneingangs-, Geräte- und Reparatur-Bücher, Kunden-, Teilzahlungs-, Geräte- und Lager-Karteikarten, Auftrags-, Montage-, Reparatur- und Teilzahlungs-Blocks, Steuer- und Versicherungs-Ordner. Muster auf Wunsch.

RADIO-VERLAG EGON FRENZEL
(21a) GELSENKIRCHEN 102 · POSTFACH 354



PIEZO-ELEKTRISCHE
MIKROFON KAPSELN

SERIENMÄSSIG HERGESTELLTE MIKROFONKAPSELN IN DEN VERSCHIEDENSTEN AUSFÜHRUNGEN UND ABMESSUNGEN, SOWIE IN DIVERSEN SONDERAUSFÜHRUNGEN FÜR INDUSTRIELLE ZWECKE DEN JEWEILIGEN WÜNSCHEN ANGEPASST

RONETTE

RONETTE
PIEZO-ELEKTR. INDUSTRIE G.M.B.H.
HINSBECK/RHLD.

VALVO
RÖHRENFASSUNGEN FÜR SPEZIALRÖHREN
Für die Anwendung von VALVO Röhren in industriellen und kommerziellen Anlagen und Geräten enthält das Lieferprogramm der VALVO GMBH eine große Zahl von Röhrenfassungen. Dem speziellen Verwendungszweck der Röhren entsprechend, werden die Fassungen zum großen Teil aus hochwertiger Keramik hergestellt und sind mit versilberten oder auch vergoldeten Kontaktfedern versehen.
Ausführliche Angaben und Preislisten stehen auf Wunsch zur Verfügung.
VALVO G·M·B·H·
HAMBURG 1 · BURCHARDSTRASSE 19
100955/90

Bez. 15 212 a
Schimmel Hans W,
Tal 10/4 lks.